Graupner / heim

UNI-Mechanik

2000

Best.-Nr. 4448.LN Mechanik, unmontiert, ohne Motor

Warnung!

Der mit dieser Mechanik erstellte RC-Hubschrauber ist kein Spielzeug! Er ist ein kompliziertes Fluggerät, das durch unsachgemäßen Umgang schwere Sach- und Personenschäden verursachen kann.
Sie allein sind für die korrekte Fertigstellung und einen gefahrlosen Betrieb verantwortlich! Bitte beachten Sie unbedingt die beiliegenden Blätter SHW3 und SHW7 mit Sicherheitshinweisen, sie sind Bestandteil dieser Anleitung.

GRAUPNER GmbH & Co. KG D-73230 KIRCHHEIM/TECK GERMANY
Änderungen und Irrtümer vorbehalten ID# 52053 5/04

Vorwort

Die Graupner/Heim UNI-Mechanik 2000 ist eine selbsttragende Hubschraubermechanik für 10ccm ... 15 ccm Zweitaktmotoren.
In Verbindung mit einem separat zu erwerbenden Rumpfbausatz entsteht ein hochmoderner Universal-Modellhubschrauber, der sich gleichermaßen für das Training wie für den Kunstflug und für Wettbewerbseinsätze eignet.
Durch die gute Zugänglichkeit aller Komponenten werden die anfallenden Wartungs- und Reparaturarbeiten auf dem Flugfeld und in der Werkstatt in hohem Maße erleichtert.
Die UNI-Mechanik 2000 kann sowohl mit einer einfachen Kabine und Rohr-Heckausleger versehen als Trainer für Anfänger- und Fortgeschrittenentraining eingesetzt, als auch in verschiedene, formschöne GfK-Rümpfe eingebaut werden. In jedem Fall entsteht dabei ein Helikoptermodell, das durch die Verwendung von hochfestem, schwingungsabsorbierendem, glasfaserverstärktem Polyamid ein sehr niedriges Fluggewicht und damit hohe Leistungsreserven aufweist, welche einerseits vom erfahrenen Piloten zu kraftvollem Kunstflug genutzt werden können, andererseits dem Anfänger großzügigen Reserven bieten für eine nicht ganz optimale Einstellung des Modells und für zusätzliche Anbauten, wie beispielsweise Trainingslandegestelle etc.

Die Graupner/Heim UNI-Mechanik 2000 zeichnet sich unter anderem aus durch folgende Konstruktionsmerkmale:

- Aufbau der Mechanik weitestgehend aus schwingungsabsorbierendem, ermüdungsfreiem, hochfestem glasfaserverstärktem Polyamid.
- Zweistufig ausgelegtes Hauptgetriebe mit gefrästen Zahnrädern aus Delrin für guten Wirkungsgrad und hohe Standfestigkeit.
- Auswechselbare Zahnräder ermöglichen die Anpassung der Getriebeübersetzung an unterschiedliche Modellgrößen und Hauptrotordurchmesser.
- Hervorragende Zugänglichkeit zu allen wichtigen Komponenten; dadurch hohe Reparatur- und Wartungsfreundlichkeit.
- Spielfreie, steife und direkte Anlenkungen der Steuerfunktionen durch Einbau der Servos unmittelbar unter der Taumelscheibe. Präzise Steuerfolgsamkeit durch Verlagerung aller erforderlichen Mischungen in die Senderelektronik.
- Hoch wirksames Gebläse für die Motorkühlung
- "Inline"-Anordnung des Schalldämpfers im Unterbau der Mechanik ermöglicht eine geringe Rumpfbreite und ist ideal geeignet für Motoren mit Heckauslass; Seitenauslaßmotoren sind jedoch ebenfalls einsetzbar

Warnhinweise

- **Das aus diesem Bausatz betriebsfertig aufgebaute Modell ist kein harmloses Spielzeug! Es kann durch mangelhaften Aufbau und/oder unsachgemäße oder fahrlässige Handhabung beim Betrieb zu schweren Sach- und Personenschäden führen.**
- **Ein Hubschrauber hat zwei im Betrieb schnell drehende Rotoren mit einer hohen Drehenergie. Alles, was dabei in die Drehebene der Rotoren gelangt, wird zerstört oder zumindest stark beschädigt - also auch Gliedmaßen! Bitte extreme Vorsicht walten lassen!**
- **Gelangt ein Gegenstand in die Drehebene der laufenden Rotoren, so wird nicht nur dieser, sondern auch die Rotorblätter beschädigt. Teile davon können sich lösen, was zu einer extremen Unwucht führt, wodurch der gesamte Hubschrauber in Mitleidenschaft gezogen und unberechenbar wird.**
- **Störungen der Fernsteuerungsanlage, hervorgerufen beispielsweise durch Fremdstörungen, Ausfall eines Bauteils oder durch leere bzw. defekte Stromquellen, lassen einen Modellhubschrauber ebenfalls unberechenbar werden: Er kann sich ohne Vorwarnung in jede beliebige Richtung bewegen.**
- **Ein Hubschrauber besitzt eine große Anzahl von Teilen, die einem Verschleiß unterworfen sind, beispielsweise Getriebeteile, Motor, Kugelgelenke usw. Eine ständige Wartung und Kontrolle des Modells ist daher unbedingt erforderlich. Wie bei den „großen“ Vorbildern üblich, muß auch am Modell vor jedem Start eine "Vorflugkontrolle" durchgeführt werden, bei der evtl. entstandene Mängel erkannt und rechtzeitig beseitigt werden können, bevor sie zu einem Absturz führen.**
- **Diesem Bausatz liegen zwei weitere Einlegeblätter - SHW3 und SHW7 - mit Sicherheitshinweisen und Warnungen bei: Bitte unbedingt lesen und beachten, sie sind Teil dieser Anleitung!**
- **Dieser Modellhubschrauber darf nur von Erwachsenen oder Jugendlichen ab 16 Jahren unter Anleitung und Aufsicht von sachkundigen Erwachsenen gebaut und betrieben werden.**
- **Es besteht Verletzungsgefahr durch scharfe Spitzen und Kanten.**
- **Gesetzliche Auflagen, insbesondere bezüglich einer ggf. erforderlichen Aufstiegserlaubnis, sowie die fernmelderechtlichen Bestimmungen für den Betrieb der Fernsteuerungsanlage müssen unbedingt beachtet werden. Der Abschluß einer Haftpflichtversicherung für den Modellflug ist gesetzlich vorgeschrieben.**
- **Ein Hubschraubermodell muß so transportiert werden (z.B. zum Fluggelände), daß daran keine Beschädigungen entstehen können. Besonders gefährdet sind dabei die Steuergestänge am Hauptrotor und der gesamte Heckrotor.**
- **Einen Modellhubschrauber zu steuern ist nicht einfach; zum Erlernen dieser Fähigkeit ist Ausdauer und ein gutes optisches Wahrnehmungsvermögen erforderlich.**
- **Vor der Inbetriebnahme des Modells ist es unerläßlich, sich intensiv mit der Materie "Modellhubschrauber" auseinanderzusetzen. Dies sollte sowohl durch Fachliteratur**

erfolgen, als auch praktisch, z.B. durch Zuschauen auf Modellflugplätzen mit Helikopterbetrieb, in Gesprächen mit anderen Modellhelikopterpiloten oder durch den Besuch einer Modellflugschule. Auch der Fachhandel hilft Ihnen gern weiter.

- **Diese Anleitung unbedingt vor dem Zusammenbau vollständig lesen. Erst mit dem Bau beginnen, wenn die einzelnen Baustufen und deren Reihenfolge klar verstanden worden sind!**
- **Änderungen des Aufbaus bei Verwendung anderer als in der Anleitung empfohlener Teile dürfen nicht vorgenommen werden, es sei denn, Sie haben sich von Qualität, Funktionstüchtigkeit und Eignung dieser anderen Zubehörteile überzeugt.**
- **Da Hersteller und Verkäufer keinen Einfluß auf einen sachgerechten Aufbau und ordnungsgemäßen Betrieb des Modells haben, wird ausdrücklich auf diese Gefahren hingewiesen und jegliche Haftung abgelehnt.**

Haftungsausschluss / Schadenersatz

Weder die Einhaltung der Montage- und Betriebsanleitung in Zusammenhang mit dem Modell, noch die Bedienung und Methoden bei Installation, Betrieb, Verwendung und Wartung der Fernsteuerungsanlagen können von der Firma Graupner überwacht werden. Daher übernimmt die Fa. Graupner keinerlei Haftung für Verluste, Schäden oder Kosten, die sich aus der fehlerhaften Verwendung und dem Betrieb ergeben oder in irgendeiner Weise damit zusammenhängen.
Soweit vom Gesetzgeber nicht zwingend anders vorgeschrieben, ist die Verpflichtung der Fa. Graupner zur Leistung von Schadenersatz, gleich aus welchem Rechtsgrund, begrenzt auf den Rechnungswert der an dem schadenstiftenden Ereignis unmittelbar beteiligten Warenmenge der Fa. Graupner. Dies gilt nicht, soweit die Fa. Graupner nach zwingenden gesetzlichen Vorschriften wegen Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit unbeschränkt haftet.

Inhaltsübersicht

- Vorwort S.2
- Warnhinweise S.3
- Zubehör, zusätzlich benötigte Artikel S.6
- 1. Montage der Hauptmechanik S.7
- 2. Einbau der Fernlenkanlage S.24
- 3. Zusammenbau des Hauptrotorkopfes S.28
- 4. Zusammenbau des Heckrotorgetriebes S.33
- 5. Montage von Umlenkhebel und Steuerbrücke S.34
- 6. Montage des Heckrotorkopfes S.36
- 7. Rotorblätter, Fertigstellung und Auswiegen S.37
- 9. Einstellarbeiten S.38
- 10. Endkontrolle vor dem Erstflug S.41
- 11. Einstellungen beim Erstflug, Spurlauf-Einstellung S.42
- Motor - Einstellhinweise S.43
- 12. Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen S.44
- 13. Einige Grundbegriffe des Hubschrauberfliegens S.45

Hinweise zu dieser Anleitung

Damit das Helikoptermodell später einwandfrei und sicher geflogen werden kann, wurde diese Anleitung mit hohem Aufwand erstellt. Es wird nicht nur vom Anfänger, sondern in gleichem Masse vom Experten unbedingt erwartet, die Fertigstellung Schritt für Schritt exakt so vorzunehmen, wie es nachfolgend beschrieben wird.

- Es liegt allein in der Verantwortung des Modellfliegers, für festen Sitz aller Schrauben und sonstigen Verbindungen zu sorgen sowie die erforderlichen Einstell- und Justagearbeiten gewissenhaft auszuführen; dies gilt auch für vormontiert gelieferte Baugruppen, die diesbezüglich überprüft werden müssen.

- Die Fertigstellung der Mechanik erfolgt anhand von Abbildungen, die mit erklärenden Texten versehen sind.

- Die mit diesem Symbol markierten Verbindungen sind mit Schraubensicherungslack, z.B. Best.-Nr. 952, bzw. Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, zu versehen; zuvor müssen die betreffenden Stellen entfettet werden.

- Alle Lagerungen, gleichermassen Gleit- wie Kugel- oder Nadellager, sind sorgfältig zu schmieren. Gleiches gilt für alle Kugelgelenke und Zahnräder, auch wenn darauf in der Anleitung nicht noch einmal hingewiesen wird.

- Stückliste, Ersatzteile und zugehörige Explosionszeichnungen sind am Ende der Anleitung zu finden.

Zusätzlich benötigte Teile (nicht im Mechanik-Grundbausatz enthalten)

Empfohlene Motoren und Zubehör für UNI-MECHANIK 2000

Motor	Hubraum ccm	Best.-Nr.	Auspuff-krümmer	Schalldämpfer	Resonanz-Schalldämpfer
OS MAX 61 RX-HGL »C«	9,95	1892	2239A -	- 2253	2240 oder 2250 -
OS MAX 61 SX- HGL »C«	9,97	1890	2238A	2258	2240 oder 2250
OS MAX 91 FX / SX- HGL	14,95	1922, 1935	2238A	2258	2240 oder 2250

Kupplung / **Zahnkranz-Kombinationen,** abhängig von Motor und Rotordurchmesser

Motor (Beispiele)	Rotor-Ø ca.	Ü	Kupplungs-glocke	Fliehkraft-Kupplung	Spannkonus	Zahnkranz
OS MAX 61 RX/SX-HGL »C« Best.-Nr. **1890, 1892** ...	150 cm	**9:1**	4448.124	4448.79	4448.77	4448.107A
OS MAX 91 FX / SX- HGL Best.-Nr. **1922, 1935**	150 cm	**7,7:1**	4448.126A	4448.79A	4448.77	4448.107C
OS MAX 91 FX / SX- HGL Best.-Nr. **1922, 1935**	180 cm	**10:1**	4448.122	4448.79A	4448.77	4448.107A
OS MAX 91 FX (modifiziert) Best.-Nr. **1816**	150cm	**7,7:1**	4448.126	4448.79A	4448.77A	4448.107C

Geeignete Hauptrotorblätter, (abhängig vom gewählten Rumpfbausatz) z.B.

Best.-Nr. 1246B	Gfk, S-Schlag,	688mm lang	Rotor-Ø 1551mm
Best.-Nr. 1266	CfK, symmetr.,	686mm lang	Rotor-Ø 1547mm
Best.-Nr. 1272	CfK, S-Schlag,	825mm lang	Rotor-Ø 1825mm

Glühkerzenakku, z.B.
Startakku 2 V, Best.-Nr. 3694 oder 771 (ggf. mit Schutzwiderstand, Best.-Nr.1685 oder 1694)

Treibstoff: AeroSynth COMPETITION SX-10 Best.-Nr. 2811

Starter: Elektrostarter, Best.-Nr. 1628 oder 1626 (Starterbatterie 12 V, Best.-Nr. 2593).

Fernlenkanlage (siehe Graupner-Hauptkatalog)
Empfohlen wird eine mit speziellen Hubschrauberoptionen ausgestattete Fernlenkanlage oder eine Microcomputer-Fernlenkanlage, z.B. mc-12, mc-14, mc-15, mc-19, mc-22 oder mc-24.
Als Mindestausrüstung muß eine Fernlenkanlage mit einem 3-Punkt-Taumelscheibenmischer und 5 ansteuerbaren Servos für die Funktionen Nick, Roll, Pitch, Heck und Gas zur Verfügung stehen.

RC-Funktionen

Taumelscheibe quer:	Rollfunktion rechts/links
Taumelscheibe längs:	Nickfunktion vorwärts/rückwärts
Heckrotor:	Drehung um die Hochachse
Motordrossel und Pitch:	Heben und senken
Zusätzlich empfohlen:	Kreiselstabilisierung der Heckrotorsteuerung
	Elektronische Regelung der Hauptrotordrehzahl

Servos (nur hochwertige Ausführungen verwenden), z. B. C 4421, Best.-Nr. 3892

Kreisel:
Gyro-System PIEZO 5000, Best.-Nr. 5146 mit Super-Servo NES-8700G, Best.-Nr. 5156 oder Gyro-System PIEZO 550, Best.-Nr. 5147 oder Gyro-System G490T, Best.-Nr. 5137

Elektronischer Drehzahlregler: mc-HELI-CONTROL, Best.-Nr. 3286

Empfängerstromversorgung: Aus Sicherheitsgründen sollen nur Akkus mit mindestens 1800 mA Kapazität Verwendung finden: **POWER-Stromversorgungskabel**, Best.-Nr. 3050 mit Akku 4RC-3000 MH, Best.-Nr. 2568. Eine ständige Kontrolle der Akkuspannung wird durch die Verwendung des **NC-AKKU-CONTROLERS**, Best.-Nr 3138, ermöglicht.

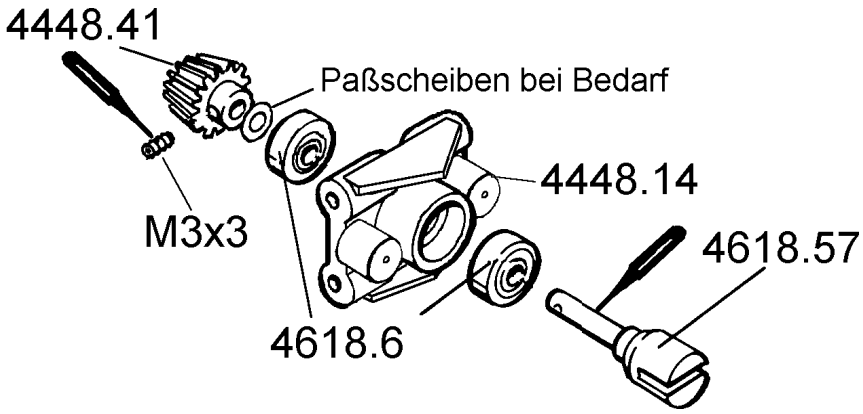
1. Montage der Hauptmechanik

Die UNI-Mechanik 2000 besteht zum grossen Teil aus glasfaserverstärktem Polyamid, einem Material, das gegenüber beispielsweise Aluminium im Einsatzbereich Modellhubschrauber erhebliche Vorteile bietet, wie hohe Maßkonstanz bei geringem Gewicht, Ermüdungsfreiheit, geräuscharmer Lauf und Absorptionsfähigkeit von Vibrationen des Antriebs. Aufgrund der konstruktiven Auslegung besitzen derartige Mechaniken die erforderliche Robustheit und Steifigkeit; bei "harten Landungen" ist es von Vorteil, daß die Teile entweder unbeschädigt (und damit uneingeschränkt einsatzfähig) bleiben oder aber brechen und damit definitiv ausgewechselt werden müssen. Ein Verbiegen oder Verziehen des Chassis, das vielleicht nicht einmal bemerkt wird, dennoch aber Lebensdauer der anderen Komponenten, Funktionsfähigkeit und die Sicherheit des gesamten Systems beeinträchtigt, ist, im Gegensatz zu Metallmechaniken, bei diesem Aufbau nicht möglich.
Den vielen Vorteilen der Bauart aus Polyamid stehen als Nachteile lediglich gegenüber der höhere (und kostenintensivere) Aufwand bei der Fertigung sowie die Erfordernis einer sorgfältigeren, gewissenhafteren Montage und Justage der Komponenten, wobei gelegentlich auch leichtes Nacharbeiten der Teile erforderlich sein kann. Belohnt wird die hier aufgewendete Sorgfalt durch eine hohe Lebensdauer des Modells und geringen Verschleiss.

Wellen, Lager, Passungen

Nahezu alle rotierenden Teile der Mechanik sind kugelgelagert. Bei Kugellagerungen ist es sehr wichtig, dass die Welle im Lagerinnenring so fest sitzt, dass sie sich nicht innerhalb des Ringes drehen kann, was dazu führen würde, dass sich der Innenring erhitzt (er läuft dabei blau oder gelb an) und das Lager beschädigt und unbrauchbar wird. Im Extremfall kann das Lager dabei so heiß werden, dass auch die Polyamid-Lageraufnahme schmilzt und die Welle ihre Lage zu anderen Komponenten verändert. Das ist dann natürlich nicht ein Fehler des Lagerträgermaterials, sondern eben die Folge einer falschen Lagerpassung. Eine weitere möglich Folge einer zu weiten Lagerpassung mit dem damit verbundenen Durchrutschen der Welle im Innenring ist eine Verringerung des Wellendurchmessers im Bereich des Lagers (das Lager "läuft ein"), wodurch auf der Welle montierte Zahnräder ihren korrekten Eingriff verlieren, also nicht mehr richtig aufeinander abrollen, was zu erhöhtem Verschleiß bis zum Ausfall führt.
Die Passungen zwischen Wellen und Kugellagern sind beim Graupner/Heim-System eher eng gehalten, um die oben beschriebenen Probleme zu vermeiden. Das kann, bei ungünstigem Zusammentreffen der Toleranzbereiche von Lager und Welle, gelegentlich zu einer zu engen Passung führen, d.h., das Lager lässt sich nicht auf die Welle aufschieben. In diesem Fall muss die Welle entsprechend mit feinem Schleifpapier (Körnung 600...1200) nachbearbeitet werden, bis das Lager mit mäßigem Kraftaufwand aufgeschoben werden kann.
Bei leichtgängigen und zu weiten Passungen, was ebenfalls aufgrund der Toleranzbereiche beider Teile vorkommen kann, werden die Lager mit LOCTITE Lagerbefestigung 603 auf die Wellen aufgeklebt, was einen festen Sitz gewährleistet. Dabei ist zu beachten, dass sich diese flüssige Lagerbefestigung um so schneller verfestigt, je enger die Passung ist: Unter Umständen bleiben nur wenige Sekunden zum korrekten Platzieren des Lagers auf der Welle, bevor es unverrückbar befestigt ist.
Wird eine Welle in mehreren Lagern geführt, so muss verhindert werden, dass die Lager in axialer Richtung gegeneinander verspannt werden. Man erreicht das entweder durch ganz exaktes Justieren beider Lager auf der Welle oder durch eine Kombination von Fest- und Schiebesitz: Ein Lager wird unverrückbar auf der Welle befestigt durch Aufpressen oder Verkleben (Festsitz), das andere Lager erhält einen Schiebesitz, d.h. es kann mit mäßigem Kraftaufwand axial auf der Welle verschoben werden, so daß sich die optimale Position nach Einbau von selbst ergibt.
Generell kann davon ausgegangen werden, daß die Gefahr des Einlaufens von Lagern um so grösser wird, je geringer der Wellendurchmesser und je höher die Drehzahl ist. Die Gefahr des Verspannens der Lager gegeneinander wird um so grösser, je geringer der Unterschied zwischen Innen- und Aussendurchmesser der Lager ist. All das muss in jedem Einzelfall berücksichtigt werden, um ein Höchstmaß an Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit zu erreichen. In der nachfolgenden Bauanleitung ist daher jeweils angegeben, welche Verbindungen unter Zugabe von flüssiger Schraubensicherung bzw. Lagerbefestigung erfolgen sollen.

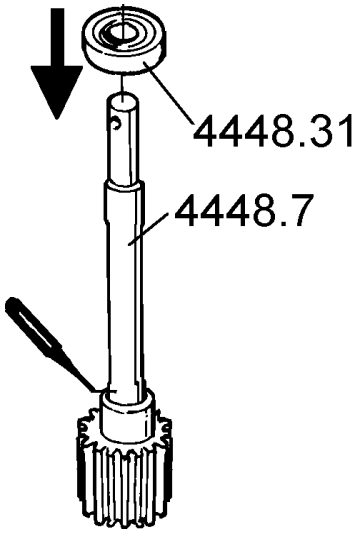
1.1 Zusammenbau des Heckrotorantriebs *(Beutel U2-1A)*

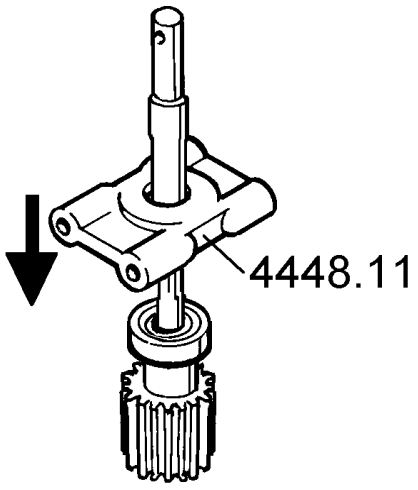


Die Welle der Schnellkupplung 4618.57 darf innerhalb der Lager 4618.6 keinerlei Axialspiel aufweisen. Wenn der Sitz der Welle in den Lagern nicht straff genug ist, Welle mit Lagerbefestigung 603, Best.-Nr. 951, in die Lager einkleben. Dabei zunächst das hintere Lager unter Zugabe von Lagerbefestigung 603 auf die Welle aufschieben, bis es an der Kupplungsgabel anliegt. Warten, bis der Kleber abgebunden hat, was je nach Passung zwischen 20 Sekunden und 30 Minuten dauern kann. Diese Einheit in den Lagerhalter 4448.14 ganz eindrücken (bis zum Anschlag), dann das vordere Lager unter Zugabe von Lagerbefestigung 603 in einem Zug auf die Welle aufschieben und in den Lagerhalter bis zum Anschlag eindrücken. Jetzt unverzüglich prüfen (vor dem Aushärten des Klebers), ob die Welle noch leichtgängig läuft, oder ob die Lager durch axiales Verspannen schwergängig geworden sind. In diesem Fall klopft man leicht (z.B. mit einem Schraubendrehergriff) axial auf das Ende der Welle oder (stärker) auf den Lagerträger, bis die Lager leicht laufen, dann Lagerbefestigungskleber aushärten lassen.
Vorn auf das Wellenende werden nun eine Passscheibe und das Ritzel 4448.41 aufgeschoben, gegen das vordere Lager gedrückt und in dieser Position mit der Stiftschraube befestigt. Dazu zunächst in die Gewindebohrung flüssige Schraubensicherung (Best.-Nr. 952) geben und die Stiftschraube so eindrehen, dass sie auf der in die Welle eingeschliffenen Fläche greift; dabei das Ritzel auf der Welle leicht hin und her drehen, damit die Stiftschraube optimal sitzt, dann festziehen.

1.2 Montage des Vorgeleges *(Beutel U2-1B)*

Unteres Lager 4448.31 der Vorgelegewelle 4448.7 mit Lagerbefestigung 603, Best.-Nr. 951, so auf die Welle aufkleben, dass es am Ritzel anliegt, dann Kleber aushärten lassen. Welle mit dem Lager in den unteren Lagerträger 4448.11 eindrücken.

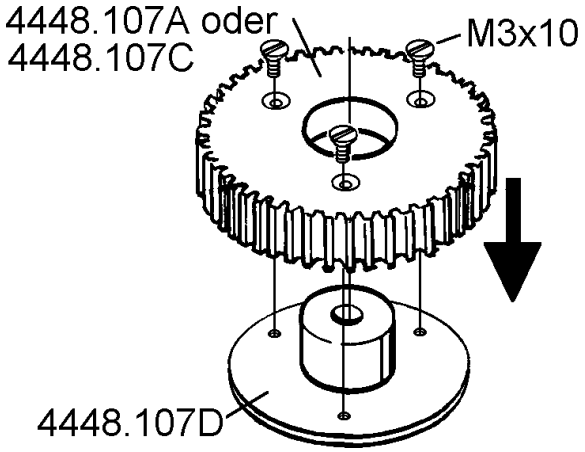




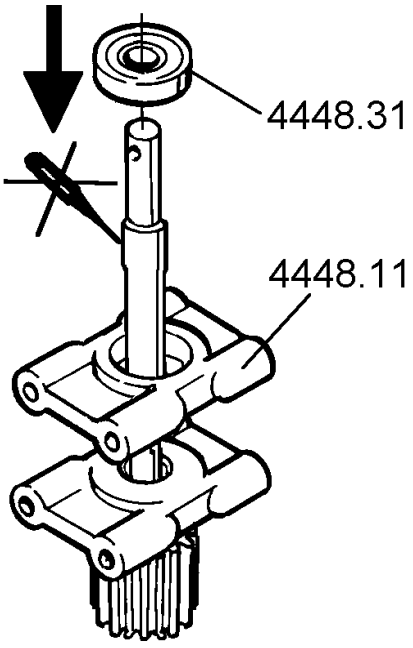
Zur Anpassung unterschiedlicher Motoren kann die Getriebeübersetzung der UNI-Mechanik 2000 über die Zahnräder der ersten Stufe verändert werden (siehe auch Tabelle S. 6):

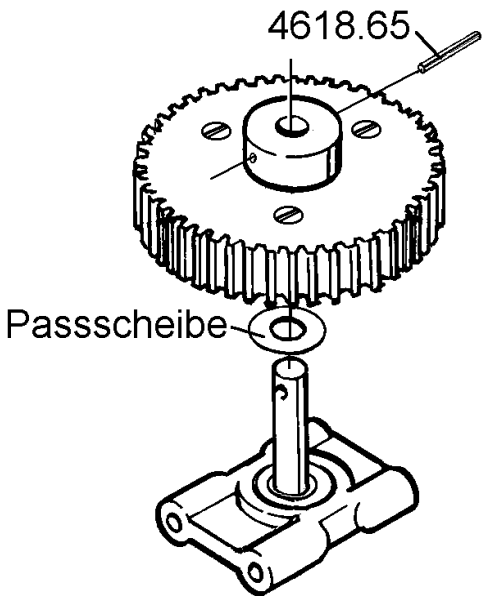
- Für normal große Modelle mit ca. 150 cm Rotordurchmesser wird bei Verwendung eines leistungsstarken 10ccm-Zweitaktmotors die Übersetzung 9:1 verwendet, wobei das Ritzel der Kupplungsglocke 24 Zähne besitzt, das darin eingreifende Stirnzahnrad 54 Zähne.
- Für 15ccm-Zweitaktmotoren bei Rotordurchmessern ab 180 cm ist die Übersetzung 10:1 vorgesehen, mit einem Kupplungsritzel mit 22 Zähnen und dem Stirnzahnrad mit wiederum 54 Zähnen.
- Für 15ccm-Zweitaktmotoren und ca. 150 cm Rotordurchmesser wird im Interesse einer optimalen Geräuschdämpfung die Übersetzung 7,7:1 verwendet, die mit einem Kupplungsritzel mit 26 Zähnen und einem Stirnrad mit 50 Zähnen erreicht wird.

Je nach vorgesehener Übersetzung wird also entweder der Zahnkranz 4448.107A (54 Zähne) oder der Zahnkranz 4448.107C (50 Zähne) auf den Flansch 4448.107D aufgesteckt und mit drei Senkkopfschrauben M3x10 befestigt. Schrauben gut festziehen, aber den Zahnkranz nicht verspannen, damit das Zahnrad später ohne Taumelschlag läuft.

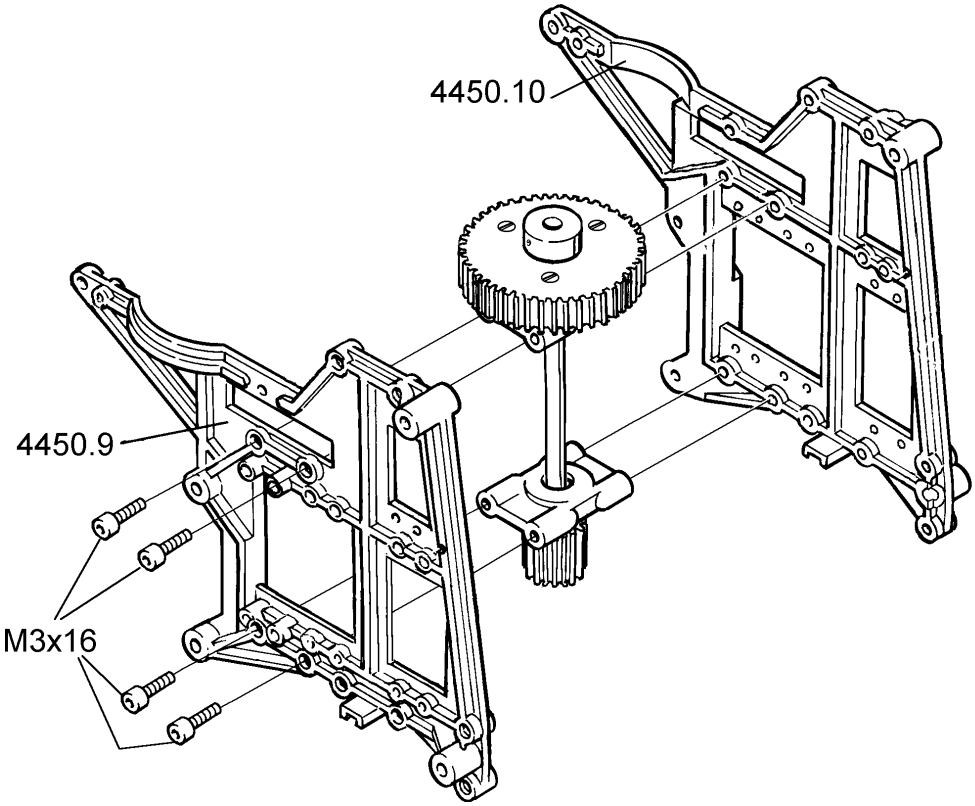


Oberen Lagerträger 4448.11 zunächst lose auf die Welle auffädeln (Einbaurichtung beachten, die Öffnung dieses Lagerträgers weist nach *oben*), dann das obere Lager 4448.31 aufschieben, gefolgt von einer Passscheibe und dem zuvor montierten Zahnrad. Die Querbohrungen von Welle und Zahnradflansch zur Deckung bringen und Rollstift 4618.65 vorsichtig eindrücken, jedoch nur so weit, dass er in die Welle hineinreicht und ggf. wieder herausgezogen werden kann.





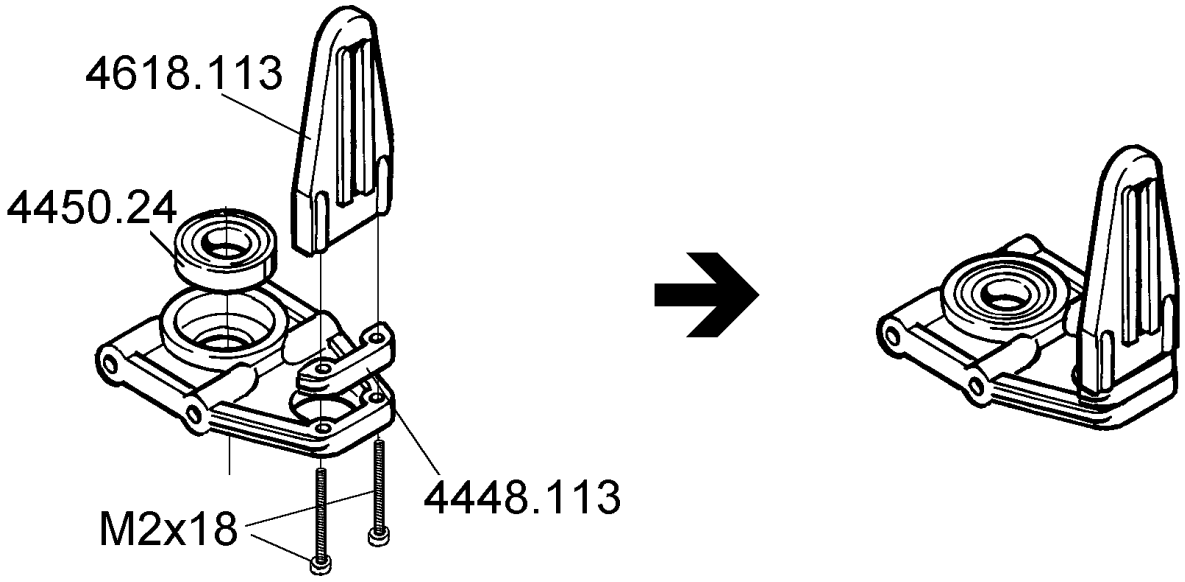
Oberes Lager 4448.31 jetzt in den Lagerträger 4448.11 eindrücken und diese Einheit nach oben gegen die Passscheibe unter der Freilaufhülse schieben. Das auf diese Weise zusammengesetzte Vorgelege provisorisch zwischen die Mechanik-Seitenteile 4450.9 und 4450.10 montieren um zu überprüfen, ob in eingebautem Zustand das obere Lager über die Passscheibe am Zahnradflansch anliegt oder ob ein Abstand entsteht, der mit weiteren Passscheiben ausgeglichen werden muss. Lager nicht durch zu viele Passscheiben verspannen!



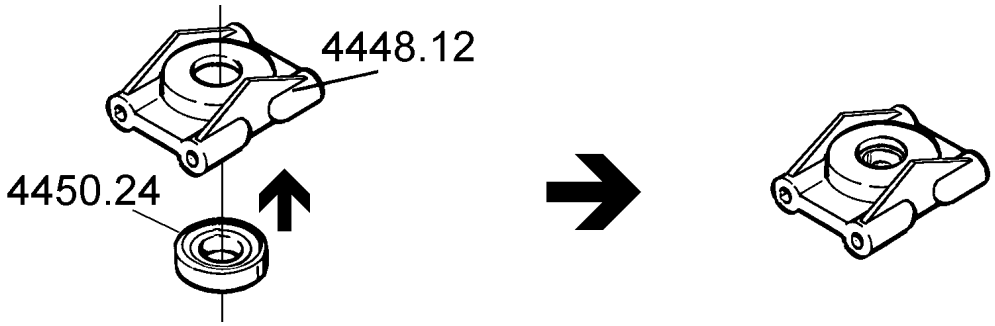
Wenn der Abstand korrekt eingestellt ist, wird der Rollstift endgültig und vollständig in den Zahnradflansch eingedrückt, wobei die Leichtgängigkeit der Welle in den Lagern überprüft und ggf. durch leichtes Klopfen auf die Enden der Welle hergestellt werden muss.

1.3 Vorbereiten der Hauptrotorwellen-Lagerung *(Beutel U2-1C)*

Taumelscheibenführung 4618.113 und Distanzstück 4448.113 mit 2 Stck. Zylinderkopfschrauben M2x18 an den Domlagerhalter 4448.8 montieren. Ein Kugellager 4450.24 in den Domlagerhalter 4448.12 eindrücken (Lager fetten).

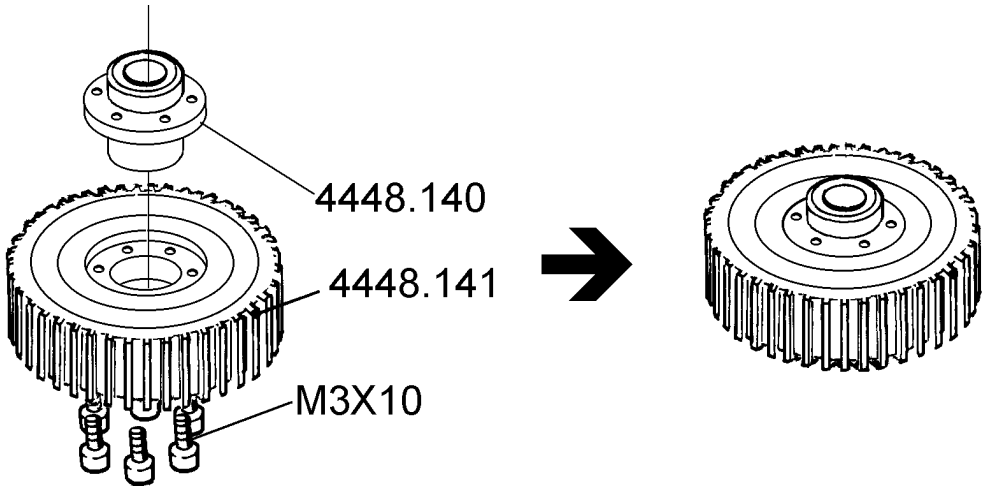


Ein Kugellager 4450.24 in den unteren Lagerhalter 4448.12 der Hauptrotorwelle von unten eindrücken.

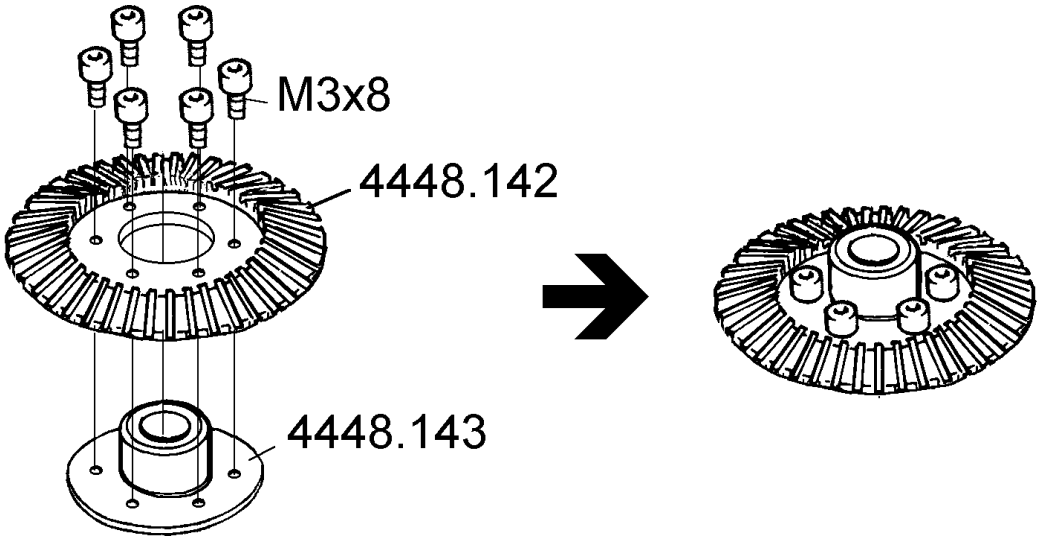


1.4 Vorbereiten des Hauptzahnrades *(Beutel U2-1D)*

Die Freilaufnabe 4448.140 mit dem höheren Bund in das Stirnzahnrad 4448.141 einsetzen und von unten mit sechs Inbusschrauben M3x10 befestigen. Schrauben „über Kreuz“ festziehen, damit das Zahnrad nicht verspannt wird.

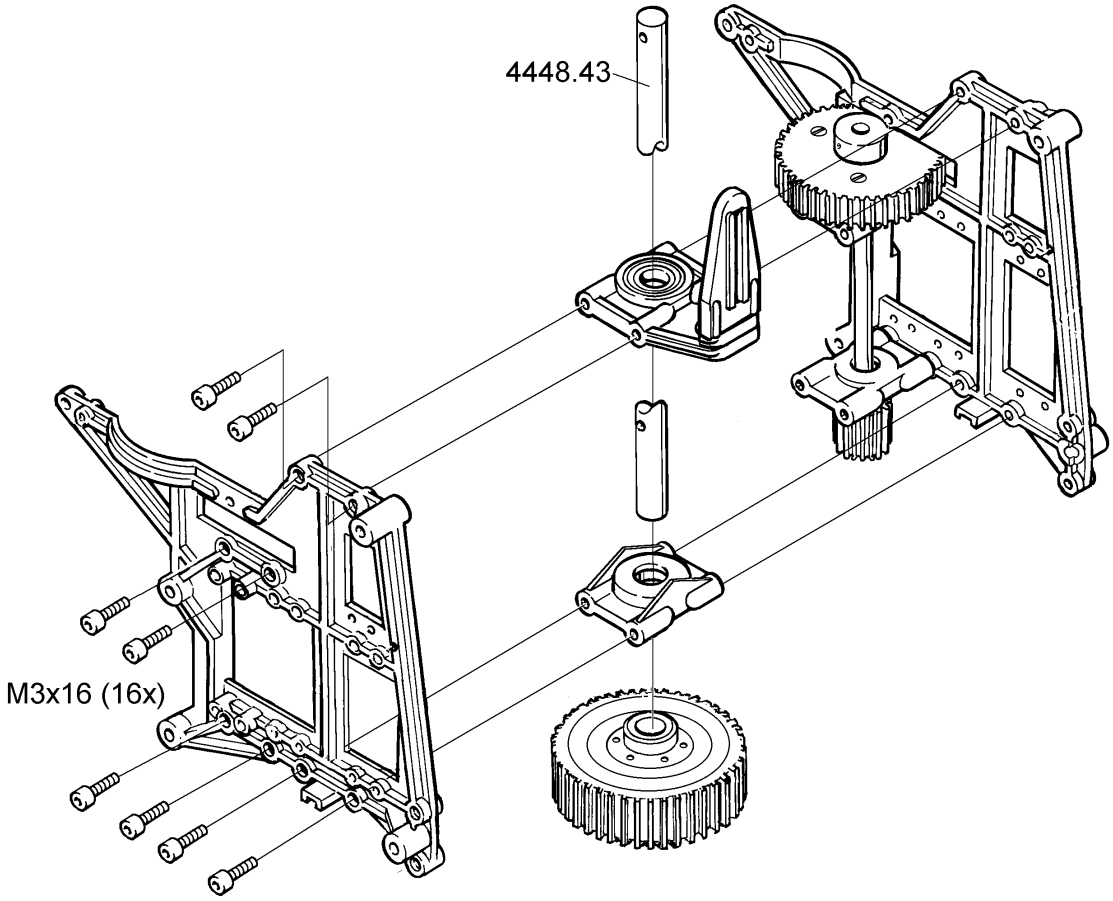


Tellerrad 4448.142 von oben auf den Tellerradflansch 4448.143 aufstecken und mit sechs Inbusschrauben M3x8 befestigen. Auch hier die Schrauben „über Kreuz“ gut festziehen.



1.5 Zusammenbau des Hauptgetriebes

Hauptrotorwellenlagerhalter und Domlagerhalter mit Inbusschrauben M3x16 zwischen die Mechanikseitenteile 4450.9 und 4450.10 montieren. Hauptrotorwelle 4448.43 provisorisch durch beide Lager stecken, so dass unten das zuvor fertiggestellte Stirnrad mit Freilauf aufgesetzt und mit dem Ritzel des bereits montierten Vorgeleges zum Eingriff gebracht werden kann.



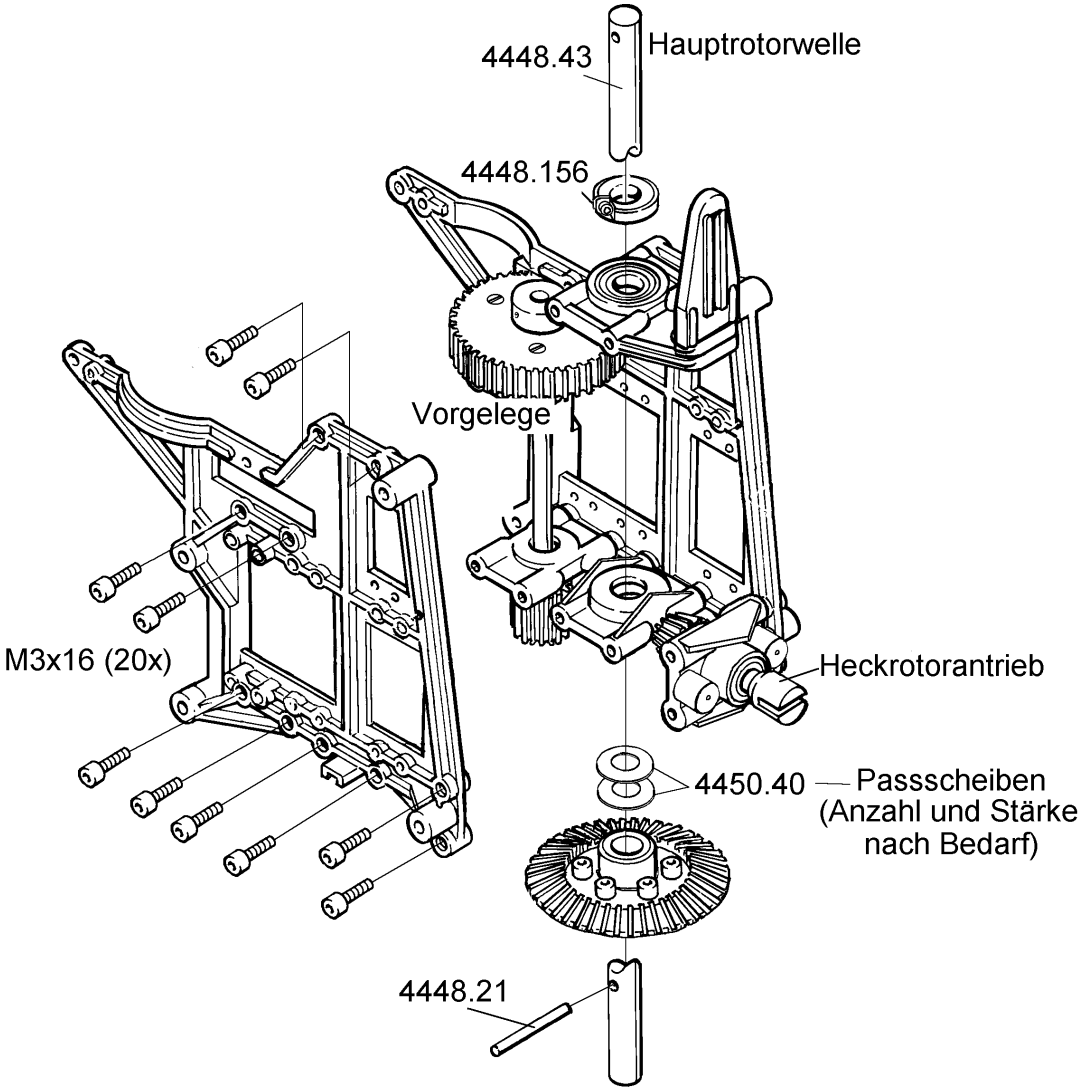
Jetzt das Zahnflankenspiel dieses Zahnradpaares einstellen; hauptsächlich von dieser Justage hängen Belastbarkeit, Standfestigkeit und Lebensdauer der Mechanik ab, so dass hier sehr sorgfältig vorgegangen werden sollte.
Zunächst muss erreicht werden, dass die Zahnräder ohne Spiel („hart“) auf einander laufen. Dann wird das Zahnflankenspiel zwischen dem Stirnrad und dem Ritzel des Vorgeleges eingestellt, indem die Inbusschrauben M3x16 in den Lagerböcken etwas gelöst und wieder festgezogen werden, nachdem man einen Streifen dickes Schreibpapier zwischen die Zahnräder geklemmt hat.

***Hinweis**: Der Eingriff dieser beiden Zahnräder hängt unter anderem ab von den fertigungsbedingten Toleranzen der Lagerhalter, bei denen die Messinginserts für die Befestigung zwischen den Seitenteilen geringfügig aussermittig angeordnet sein können.*

Ist schon nach dem ersten Zusammenbau ein deutliches Zahnflankenspiel vorhanden, so wird zunächst der untere Hauptrotorwellen-Lagerhalter ausgebaut und horizontal um 180° gedreht wieder eingebaut.

- Laufen die Zahnräder jetzt hart auf einander ab, so kann das Spiel eingestellt werden wie oben beschrieben.
- Wird das Spiel kleiner, ohne ganz zu verschwinden, so wird zusätzlich auch der untere Lagerträger des Vorgeleges um 180° horizontal gedreht eingebaut; damit muss das Spiel in jedem Fall beseitigt sein und kann jetzt, wie oben beschrieben, eingestellt werden.
- Wird das Spiel größer, so wird dieser Montageschritt wieder rückgängig gemacht und der Lagerhalter in der ursprünglichen Lage eingebaut. Auch in diesem Fall beseitigt ein Drehen des unteren Lagerhalters des Vorgeleges das Spiel, das jetzt, wie zuvor beschrieben, eingestellt werden kann.

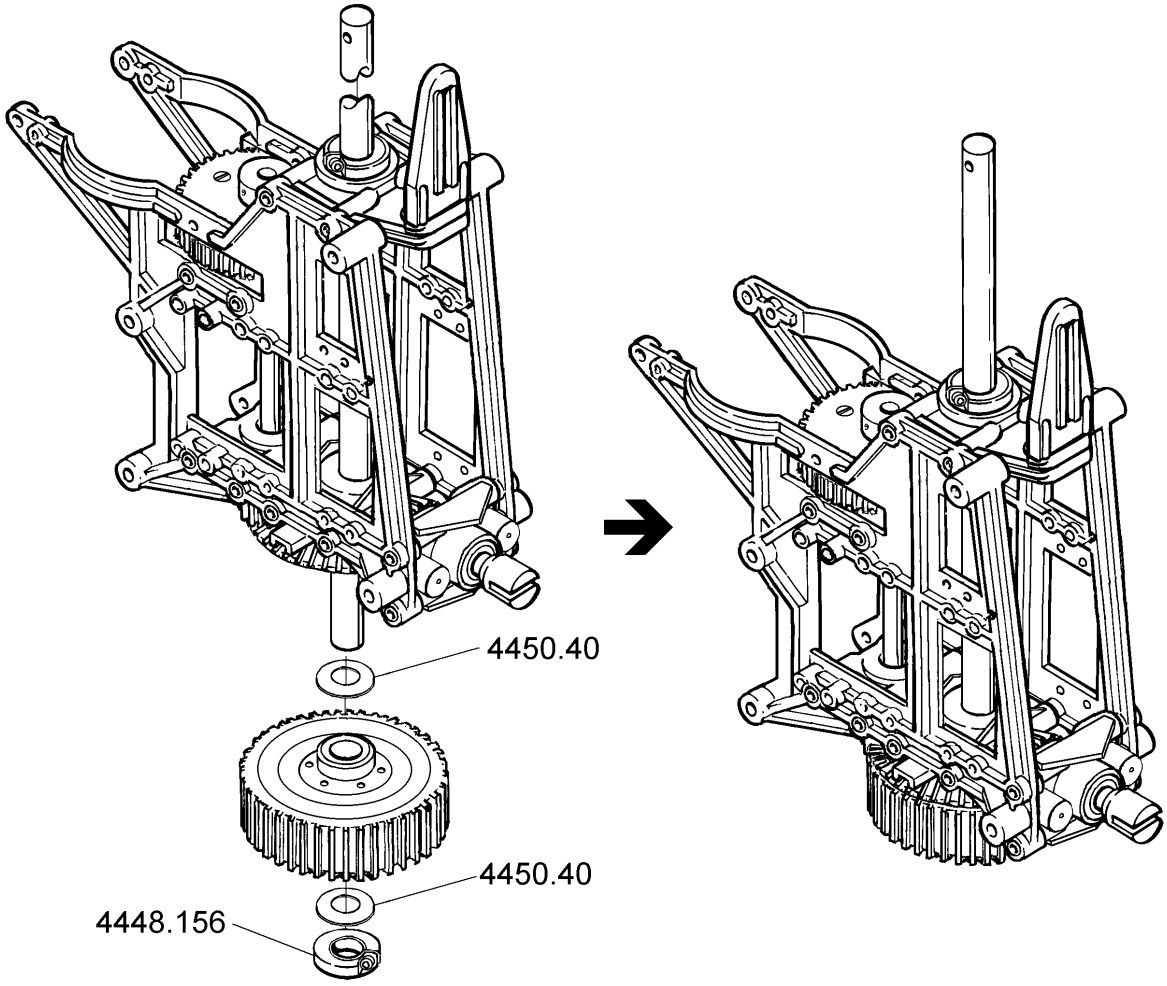
Den Heckrotorantrieb aus Bauabschnitt 1.1 nun ebenfalls mit Schrauben M3x16 zwischen den Seitenteilen anbringen.
Die Hauptrotorwelle 4448.43 mit der Seite, an der die Querbohrung ca. 26 mm vom Ende entfernt ist, durch beide Lagerhalter sowie einige Passscheiben von oben so weit durch das Tellerrad stecken, daß der Stift 4448.21 unterhalb des Flansches durch die Querbohrung geschoben werden kann.
***Hinweis**: Da das Tellerrad am äusseren Rand hinter das Ritzel der Vorgelegewelle greift, geht man zweckmässig so vor, dass man zunächst die Welle nur gerade so weit aus dem unteren Rotorwellenlager herausstehen lässt, dass die Passscheiben „aufgefädelt" werden können. Dann wird das Tellerrad mit seinem Rand hinter das Ritzel geschwenkt und auf die Hauptrotorwelle aufgesteckt, die nun entsprechend weit durchgeschoben werden kann.*



Dann die Hauptrotorwelle so nach oben ziehen, dass der durchgesteckte Stift vollständig im Nut an der Unterseite des Tellerradflansches einrastet und das Tellerrad mit den zwischengelegten Passscheiben am unteren Rotorwellenlager anliegt, wobei es in das Ritzel 4448.41 des Heckrotorantriebs eingreift. Klemmring 4448.156 von oben auf die Hauptrotorwelle so weit gegen das obere Rotorwellenlager aufschieben, dass die Welle keinerlei Axialspiel in den Lagern hat. Jetzt den Lauf des Heckrotorantriebs prüfen: Das Ritzel 4448.41 muss leichtgängig, ohne an irgendeiner Stelle zu klemmen, aber auch ohne fühlbares Spiel, im Tellerrad laufen. Bei Schwergängigkeit müssen weitere Passscheiben zwischen Tellerradflansch und unteres Lager eingefügt werden, bei auftretendem Spiel werden Scheiben entfernt.

Diese Einstellung sehr sorgfältig durchführen, weil hiervon die Standfestigkeit des Heckrotorantriebs abhängt.

Auf die unten aus dem Tellerradflansch herausragende Hauptrotorwelle in folgender Reihenfolge aufschieben: Eine Passscheibe 4450.40, Stirnradeinheit mit Freilauf (dabei Stirnrad in Eingriff bringen mit dem Ritzel der Vorgelegewelle), eine weitere Passscheibe 4450.40 und den Klemmring 4448.156 (mit dem Auflagebund nach oben). Zwischen die Passscheiben und die Freilaufnabe oben und unten etwas Fett geben. Klemmring so weit nach oben schieben und festziehen, dass sich das Stirnrad auf dem Freilauflager leichtgängig auf der Welle drehen lässt, aber ohne dass die Einheit Axialspiel auf der Hauptrotorwelle aufweist.
Das Getriebe muss jetzt leichtgängig laufen, ohne an irgendeiner Stelle zu klemmen oder zu haken; andernfalls muss nachjustiert werden.

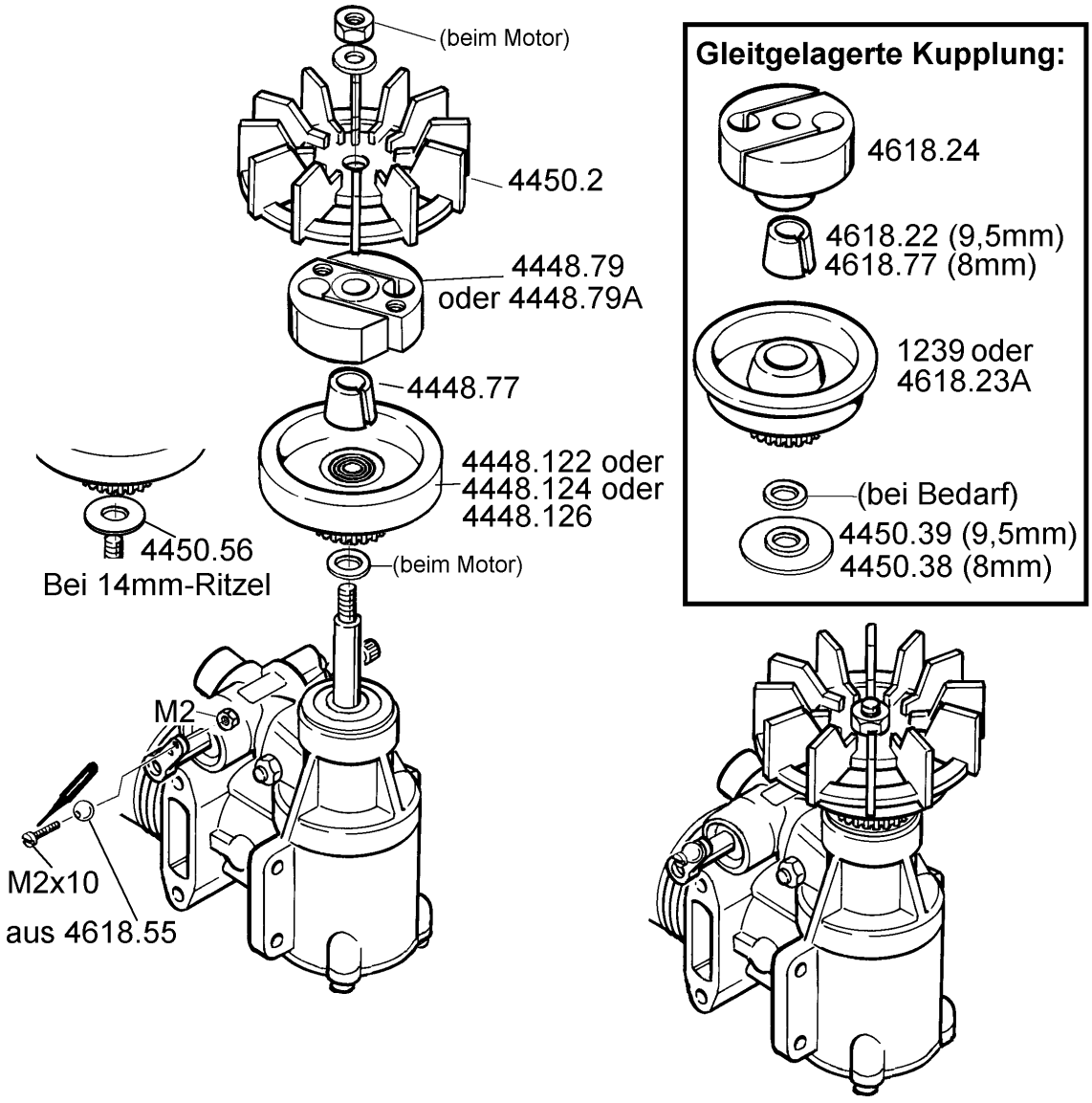


1.6 Motoreinbau *(Beutel U2-2)*

1.6.1 Vorbereiten des Motors

Für diese Mechanik vorgesehen ist ein Motor mit langgeschliffener Graupner / Heim-Kurbelwelle (8mmØ). Andere Motoren können nach eigenem Ermessen eingebaut werden unter Verwendung einer separat lieferbaren, gleitgelagerten Kupplung.
Je nach Motor und vorgesehener Übersetzung (siehe Tabelle S.6) ist die entsprechende Kupplungsglocke mit Ritzel auszuwählen; bei bereits vorhandener Kupplungsglocke (Umbau, Motorwechsel) muss zunächst sicher gestellt werden, dass die Kupplungsglocke mit dem richtigen Ritzel ausgerüstet ist; ggf. ist ein passendes Austauschritzel zu montieren. Die Ritzel in den kugelgelagerten Metall-Kupplungsglocken besitzen ein Linksgewinde.
Zum Austausch wird das vorhandene Ritzel im Uhrzeigersinn herausgeschraubt und das Austauschritzel (ggf. unter Zugabe von Schraubensicherungsmittel) gegen den Uhrzeigersinn in der Glocke festgeschraubt. Dabei ist darauf zu achten, dass die zwischen den beiden Kugellagern angeordnete Distanzbuchse die korrekte Länge aufweist. Wenn das Kugellager aus dem Ritzel umgesetzt werden muss, ist es zunächst mit einem passenden Dorn **über den Aussenring** aus dem Ritzel herauszudrücken. Beim Eindrücken müssen zwei an den Stirnflächen ebene Dorne

verwendet werden, mit denen die Kraft gleichermaßen auf Aussen- und Innenringe der beiden Kugellager übertragen wird, um die Lager nicht zu verspannen.
Um ein Verspannen der Lager beim Festziehen der Kurbelwellenmutter zu vermeiden hat es sich als vorteilhaft erwiesen, das Ritzel zunächst nicht ganz festzuziehen, bevor das Lager eingepresst wird. Bei der Montage der Kupplung auf der Kurbelwelle (siehe nachfolgender Abschnitt) gibt man flüssige Schraubensicherung an das Gewinde und kann nun im eingebauten Zustand (bei fest gegeneinander gepressten Lager-Innenringen) die Aussenringe der Lager auf leichten Lauf einstellen, indem das Ritzel im Gewinde geringfügig verdreht wird.
Je nach Motor kommen auch unterschiedliche Fliehkraftkupplungen zum Einsatz: Das normale Fliehgewicht 4448.79 ist innen teilweise ausgedreht und besitzt etwas kürzere Backen als das nicht ausgedrehte Fliehgewicht 4448.79A, das für niedriger drehende Motoren (15ccm Zweitaktmotoren) verwendet wird.
Nach Entfernen der Mutter von der Kurbelwelle (die mit dem Motor gelieferte Anlaufscheibe verbleibt auf der Kurbelwelle) in der Reihenfolge Kupplungsglocke, Konus 4448.77 , Kupplung 4448.79 bzw. 4448.79A und Gebläserad 4450.2 auf die Kurbelwelle schieben, Kurbelwellenmutter aufschrauben und gut festziehen. Eine Gelenkkugel mit Schraube M2x10 und Mutter in der äussersten Bohrung des Vergaserhebels montieren.



Hinweise:
Bei den Ritzeln in den Metall-Kupplungsglocken der UNI-Mechanik 2000 existieren zwei unterschiedlich hohe Ausführungen: Die aktuelle Ausführung mit 10 mm Höhe und eine ältere Version mit 14 mm Höhe. Bei einem 14 mm hohen Ritzel wird statt der beim Motor mitgelieferten Anlaufscheibe eine (dünnere) Scheibe 4450.56 verwendet und der rechte mit dem linken Motorträger vertauscht.

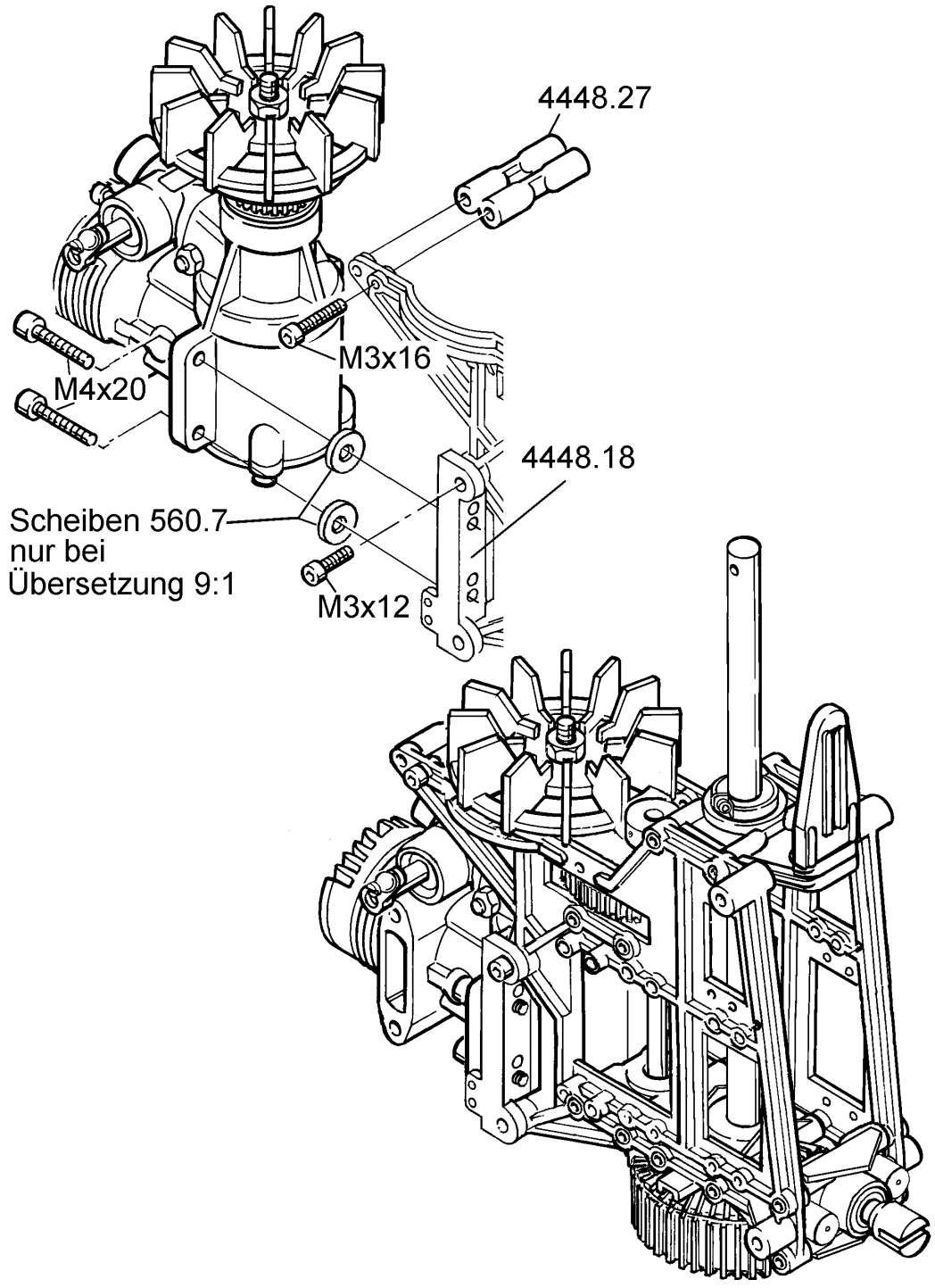
Der Kraftschluss von Kurbelwelle und Kupplung erfolgt ausschließlich über den Anpressdruck des Spannkonus auf die geschliffene Kurbelwelle und in den Gegenkonus der Kupplung. Es hat sich daher als vorteilhaft erwiesen, die Kupplung zunächst *ohne* Lüfterrad zu montieren und kräftig festzuziehen; dabei Kupplung mit einem geeigneten Werkzeug gegenhalten. *Beim Aufschieben der Kupplungsglocke auf die Kurbelwelle unbedingt darauf achten, dass diese keinesfalls in ihren Lagern nach hinten geschoben wird!* Eine korrekt festgezogene Kupplung läßt sich auch nach Entfernen der Kurbelwellenmutter nur noch mit einer Abziehvorrichtung (Best.-Nr. 4448.26) wieder lösen.
Die Kurbelwellenmutter leistet im Betrieb keinen nennenswerten Beitrag mehr zur Kraftübertragung, sondern dient hauptsächlich der Befestigung des Lüfterrades. Aus diesem Grunde ist es auch unerheblich, wenn bei Verwendung des Sechskant-Anlasskonus (Best.-Nr. 4448.103) in Verbindung mit einem (älteren) hohen Kupplungsritzel die Kurbelwellenmutter nur noch zur Hälfte aufgeschraubt werden kann: Lüfterrad und Anlasskonus sind damit ausreichend befestigt.
Sollte später das Gebläserad im Gebläsegehäuse unten schleifen, was vor allem bei Verwendung des Sechskant-Anlassadapters vorkommen kann, so ist eine entsprechende Scheibe zwischen Kupplung und Lüfterrad zwischenzulegen.

Übersicht Motoren /Kupplungen / Getriebe

Motor	Übersetzung	Kupplungsglocke	Austauschritzel	Spannkonus	Fliehgewicht	Stirnrad
OS MAX 61 SX/RX-HGL“C“ Best.-Nr. 1890 / 1892	9:1	4448.124	4448.224	4448.77	4448.79	4448.107
OS MAX 61 LX / SF / RF Best.-Nr. 1919	10:1	4448.122	4448.222	4448.77	4448.79	4448.107
OS MAX 91 FX Best.-Nr. 1816	7,7:1	4448.126	4448.226	4448.77A	4448.79A	4448.107B
OS MAX 91 FX/SX-HGL Best.-Nr. 1922 / 1935	7,7:1	4448.126A	4448.226A	4448.77	4448.79A	4448.107B
OS MAX 91 FX/SX-HGL Best.-Nr. 1922 / 1935	10:1	4448.122	4448.222	4448.77	4448.79A	4448.107
Motor ohne HEIM-Kurbelw.	9:1	1239	-	4618.77 od. 4618.22	4618.24	4448.107
Motor ohne HEIM-Kurbelw.	10:1	4618.23A	-	4618.77 od. 4618.22	4618.24	4448.107

1.6.3 Einbau des vorbereiteten Motors

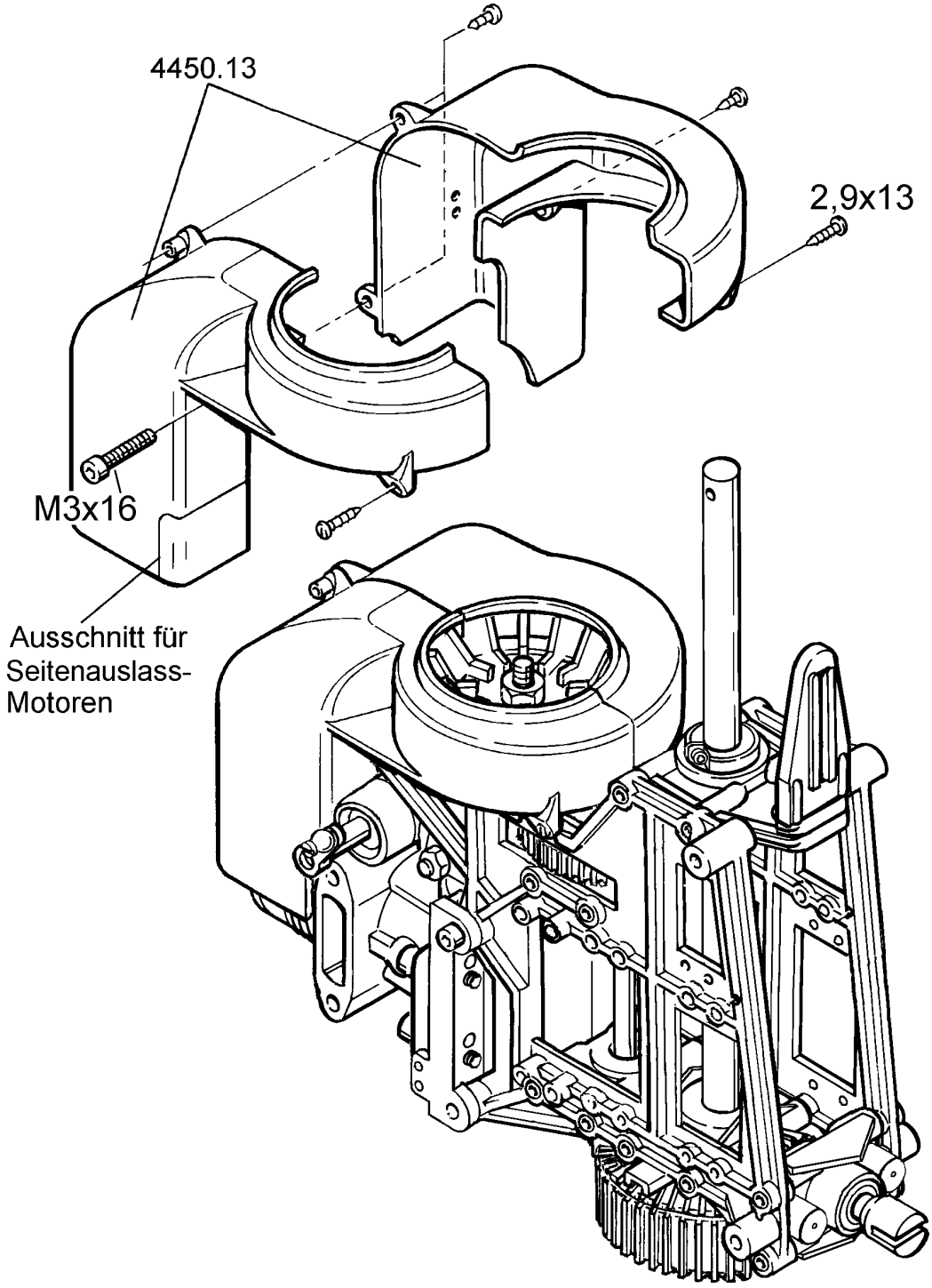
An den Motor die Motorträger 4448.18 mit 4 Schrauben M4x20 anschrauben. Bei Übersetzung 9:1 die Scheiben 560.7 (9/4,3x0,8) zwischen Motorflansche und Motorträger einfügen. Die Einheit von vorn in die Mechanik einschieben (leicht drehen) und mit den angegebenen Inbusschrauben befestigen. Quersteg 4448.27 mit Schrauben M3x16 montieren.



Überprüfen, dass die verwendeten Universal-Motorträger 4448.18 richtig montiert sind:

- Bei Metall-Kupplungsglocken mit 14 mm hohen Ritzeln müssen die unteren Motorbefestigungsgewinde einen Abstand von **16 mm** von der **Unterkante** der Motorträger haben; sollte das nicht der Fall sein, müssen rechter und linker Motorträger vertauscht werden.
- Bei Metall-Kupplungsglocken mit 10 mm hohen Ritzeln und bei Kunststoff-Kupplungsglocken (gleitgelagerte Kupplungen) müssen die unteren Motorbefestigungs-Gewindebohrungen einen Abstand von **19 mm** von der **Unterkante** der Motorträger haben; sollte das nicht der Fall sein, müssen wiederum rechter und linker Motorträger vertauscht werden.

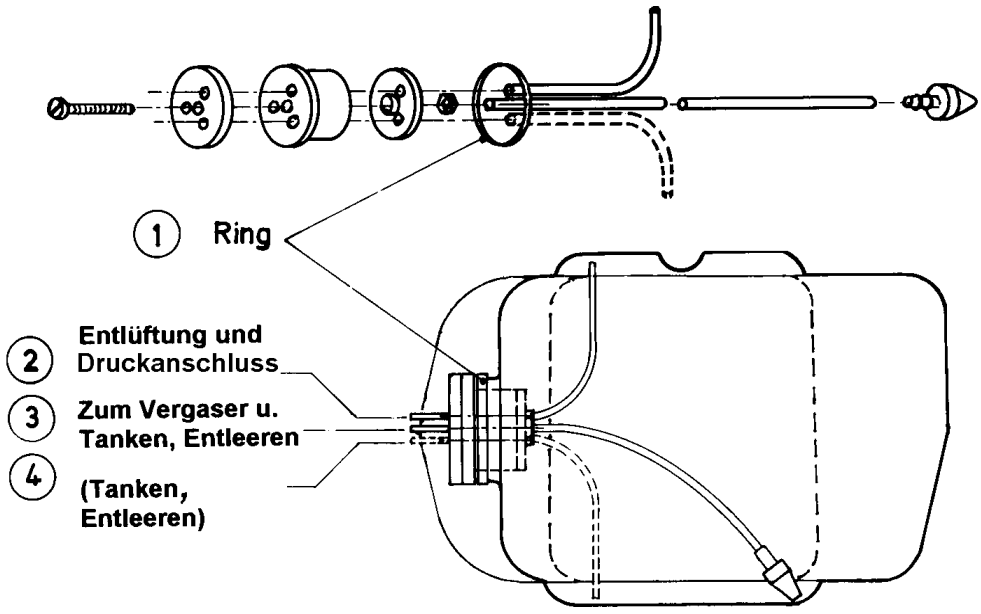
1.6.4 Gebläsegehäuse anbringen *(Beutel U2-3)*



Die Vergaseröffnung im Gebläsegehäuse muss unter Umständen, je nach eingesetztem Vergaser, erweitert werden.
Bei Zweitaktmotoren **mit Seitenauslass** muss zudem an der linken Seite eine Aussparung angebracht werden, um Raum für den Auspuffkrümmer zu schaffen (siehe Abbildung), hierfür eignet sich eine Laubsäge.
Das Gebläsegehäuse über den Motor schieben und mit 2 Blechschrauben 2,9x13 hinten und 2 Inbusschrauben M3x16 vorn an der Mechanik festschrauben.

1.6.5 Kraftstofftank *(Beutel U2-6)*

Die Formgebung des Tanks wurde passend zur Hubschraubermechanik ausgelegt, der Verschlussstopfen soll rechts seitlich liegen. Das - oder die - Röhrchen werden nach Zeichnung gebogen. Das Ende muss ganz oben, bzw. ganz unten liegen. Es muss darauf geachtet werden, dass das Pendel voll beweglich ist und, wenn man den Tank von Hand dreht, stets nach unten fällt. Der Messingring wird auf den Hals des Tanks aufgeschoben, er gewährleistet, dass dieser durch die Verformung der Gummidurchführung nicht platzen kann.
Der Zusammenbau ist aus der Explosionszeichnung ersichtlich. Das Gummiteil besitzt (außer dem Durchgang für die Schraube) zwei durchgehende Bohrungen für die Messingröhrchen, die dritte Bohrung ist "blind" ausgebildet (für evtl. andere Zwecke), läßt sich aber leicht durchstechen. Nach dem Zusammenbau des Tanks muss die zentrale Schraube gründlich angezogen werden. Der Gummi verformt sich dabei und dichtet alles ab.
Das nach oben führende Röhrchen soll, außer als Entlüftung, auch als Druckanschluss verwendet werden, wozu es mit einem Anschlußnippel am Schalldämpfer verbunden wird. Wird außer dem Pendelanschluß nur ein Röhrchen (nach oben) verwendet, so wird das Betanken und Entleeren über die Verbindung zwischen Pendel und Vergaser vorgenommen. Dazu sollte dann das Zwei-Wege-Tankfüllventil, Best.-Nr. 1657 in der vorgesehenen Bohrung der Schalterkonsole montieren und in die Schlauchleitung vom Tank zum Vergaser einschleifen; andernfalls muss zum Betanken der Schlauch jedesmal vom Vergaser abgezogen werden.
Die Zuleitung zum Motor wird mit Kraftstoffschlauch und Kraftstofffilter hergestellt; dabei muss auf eine möglichst kurze Verbindung zum Vergaser geachtet werden.

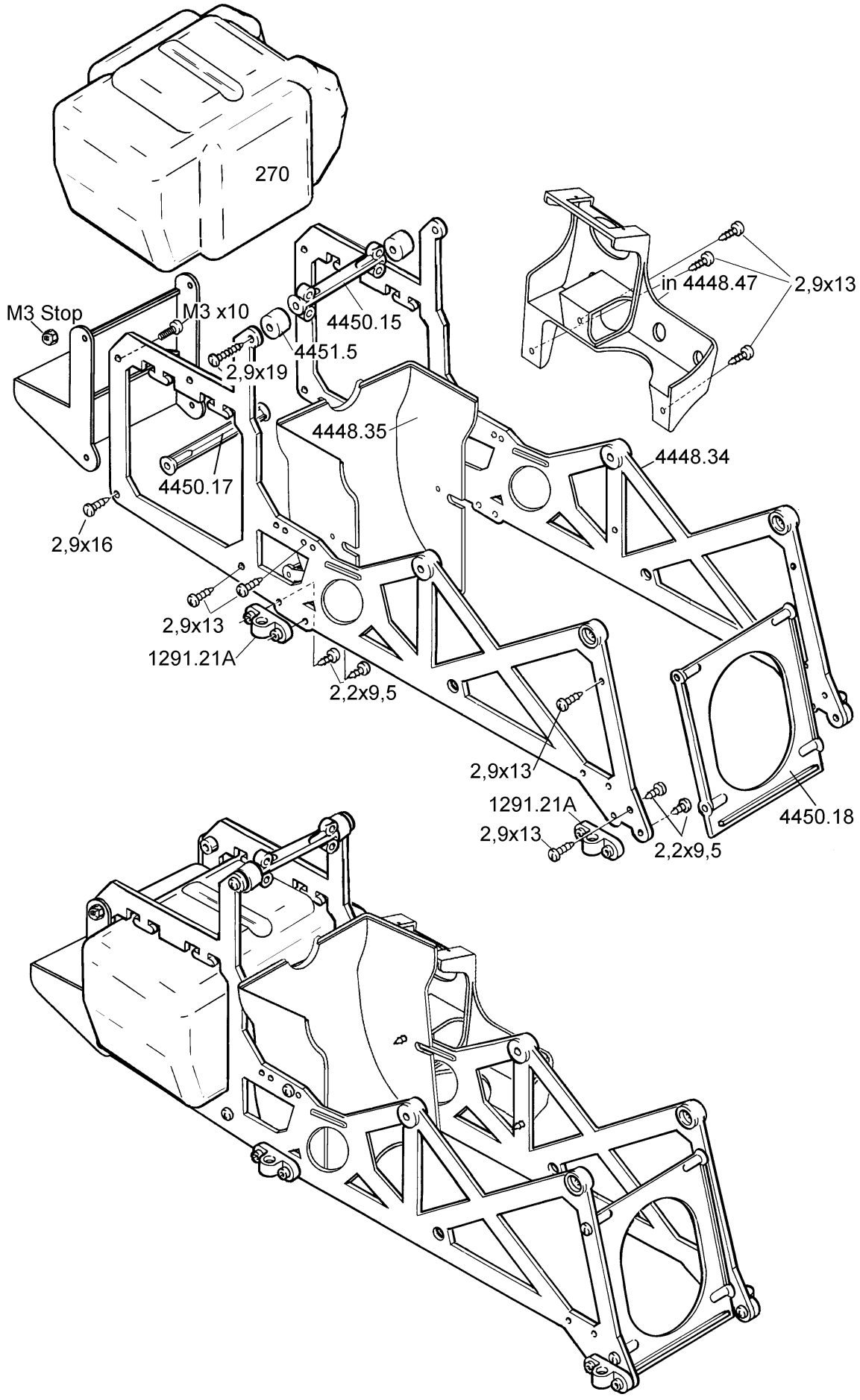


1.7 Zusammensetzen des Unterbaues *(Beutel U2-4)*

Unterbau aus den in der Abbildung gezeigten Einzelteilen zusammensetzen unter Verwendung der jeweils angegebenen Schrauben.

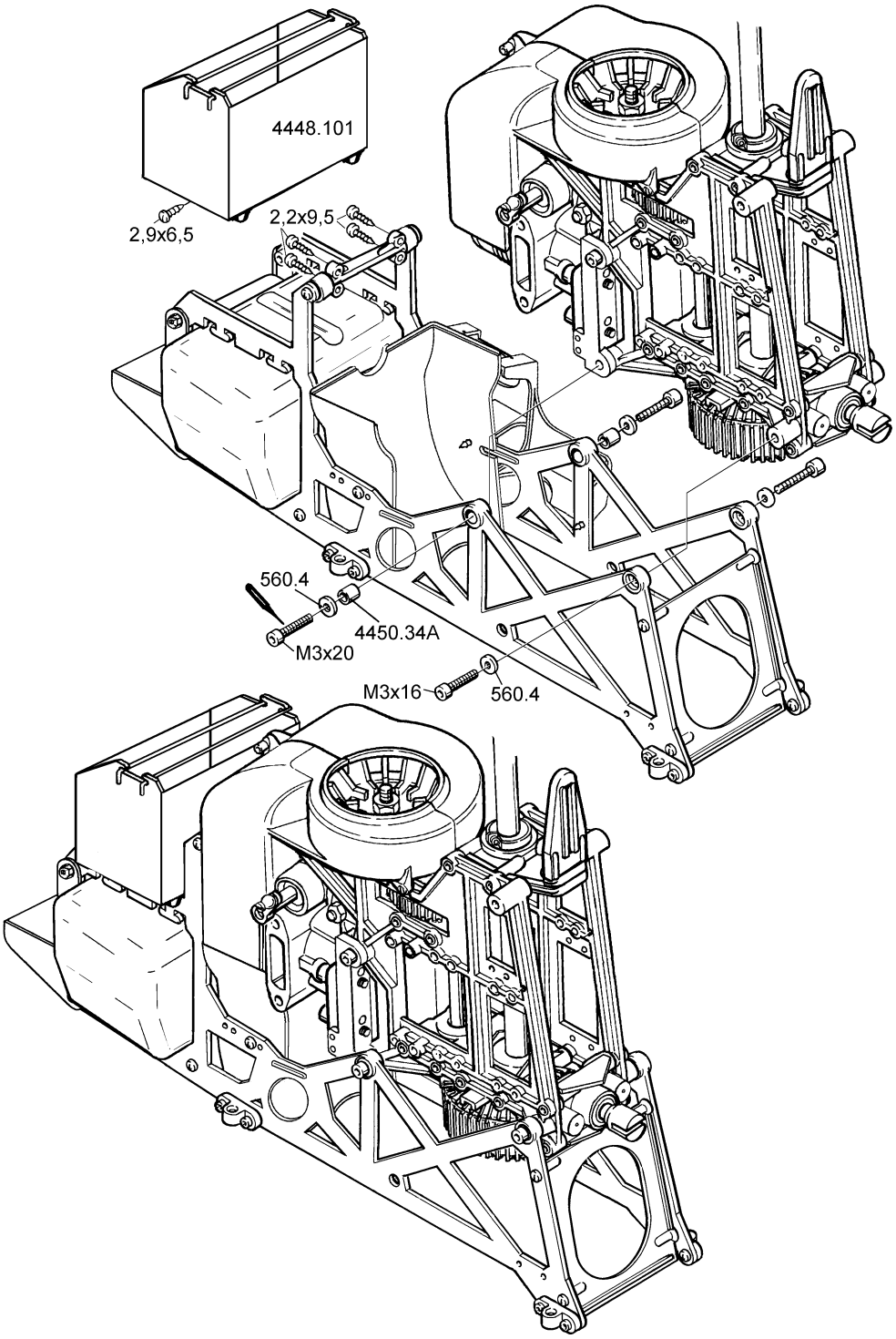
Hinweise:
Die Tankauflageflächen an den Seitenteilen 4448.34 müssen entgratet werden.

Bei Kupplungsglocken mit 14mm hohem Ritzel muss die Öffnung für den Glühkerzenzugang in der Luftführung 4448.35 so nach unten erweitert werden, dass die Kerze problemlos ein- und ausgeschraubt werden kann. Um das zu überprüfen hält man die Luftführung vor dem Einbau gegen die Unterkante der bereits montierten Gebläsegehäuses.


270
in 4448.47
2,9x13
M3 Stop
M3 x10
4450.15
4451.5
2,9x19
4448.35
4448.34
4450.17
2,9x16
2,9x13
1291.21A
2,2x9,5
2,9x13
1291.21A
2,9x13
2,2x9,5
4450.18

1.8 Montage der Mechanik auf dem Unterbau *(Beutel U2-5)*

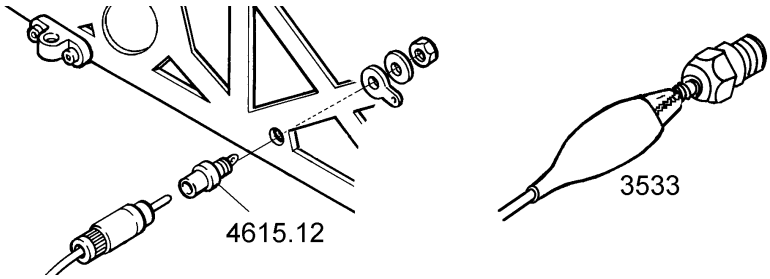
Das Hauptgetriebe aus Bauabschnitt 1.6 hinten mit den runden Befestigungsansätzen zwischen den Unterbau-Seitenteilen einrasten lassen und mit Inbusschrauben M3x16 und U-Scheiben festschrauben. Vorn wird die Mechanik mit Inbusschrauben M3x20 befestigt gemäß Abbildung. Vor dem Anbringen der RC-Box 4448.101 den Vorbauadapter 4450.15 mit Blechschrauben 2,2x9,5 gegen das Gebläsegehäuse schrauben (mit Bohrer 1,5 mm Ø vorbohren).



Zum Kerzenwechsel und -anschluss wird die RC-Box nach Entfernen der beiden seitlichen Befestigungsschrauben abgenommen und zu Seite geklappt.

Das Zahnflankenspiel der ersten Getriebestufe wird eingestellt, indem man die Schrauben M3x12 bzw. M3x20 seitlich in den Motorträgern geringfügig löst, einen Streifen dünnen Zeichenkarton zwischen die Zahnräder klemmt und in diesem Zustand die Schrauben wieder gut festzieht, wobei man reichlich Schraubensicherungslack an die Gewinde gibt. Nach dem Entfernen des Papierstreifens muß das Getriebe leichtgängig laufen.

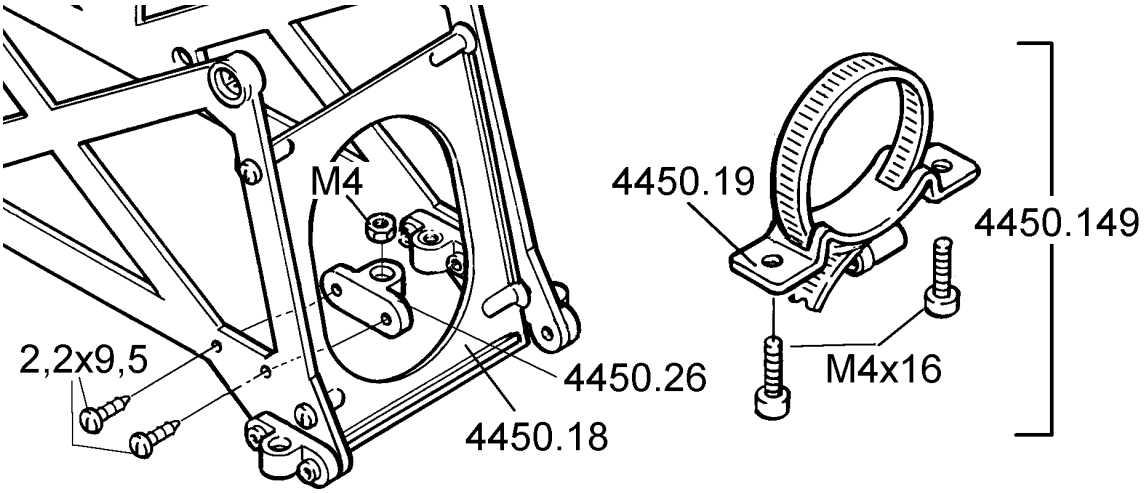
1.9 Glühkerzenanschluß *(Beutel U2-6)*



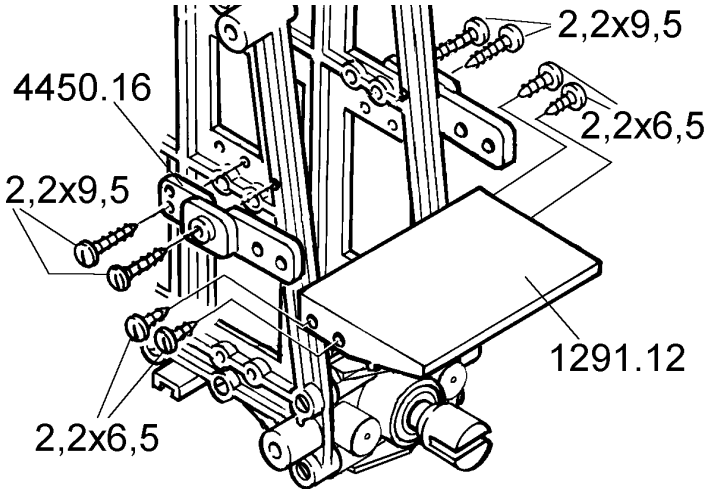
Die Buchse des Glühkerzenanschlusses, je nach Modell, in eine der beiden Bohrung der Schalterkonsole oder in die Bohrung im linken Unterbau-Seitenteil einstecken und in der Reihenfolge Lötfahne, "U"-Scheibe und Mutter aufschieben bzw. festdrehen.
Mit der Zwillingslitze wird nun die Verbindung zum Motor hergestellt. Um einen schnellen Kerzenwechsel zu ermöglichen, wird an das Kabel vom Mittelkontakt der Anschlussbuchse die Krokodilklemme angelötet und auf die Kerze aufgeklemmt; das andere Kabel wird an einer Motorträgerverschraubung mittels einer "U-Scheibe befestigt. Nach dem Verlegen der Kabel je eine Litze am Plus- bzw. Minuspol der Buchse anlöten.

1.10 Schalldämpfer

Je nach Motor wird der erforderliche Krümmer so befestigt, dass er unter dem Motor im Unterbau nach hinten ausgerichtet liegt. Den Resonanzschalldämpfer von hinten durch den Heckspant 4450.18 führen und mittels Teflonschlauch und aufgesetzten Klemmschellen mit dem Krümmer verbinden; zwischen Krümmer und Einlassstutzen des Schalldämpfers ca. 5 mm Abstand einhalten.
Je nach Modell wird der Schalldämpfer entweder hinten, am Endrohr, mittels Halterung (z.B. ULTRA-STAR 2000) oder am Austritt aus dem Rumpf gehalten oder, vorzugsweise, auf der als Zubehör lieferbaren Konsole, Best.-Nr. 4450.149, mittig abgestützt und durch feinfühliges Anziehen der Schelle befestigt.
Dazu werden die beiden Lagerböcke 4450.26 an geeigneter Stelle an den Unterbau geschraubt, wobei die bereits vorhandenen Bohrungen als Anhaltspunkt dienen, die Anschraubposition jedoch, je nach Schalldämpfer, möglicherweise auch anders gewählt werden muss.



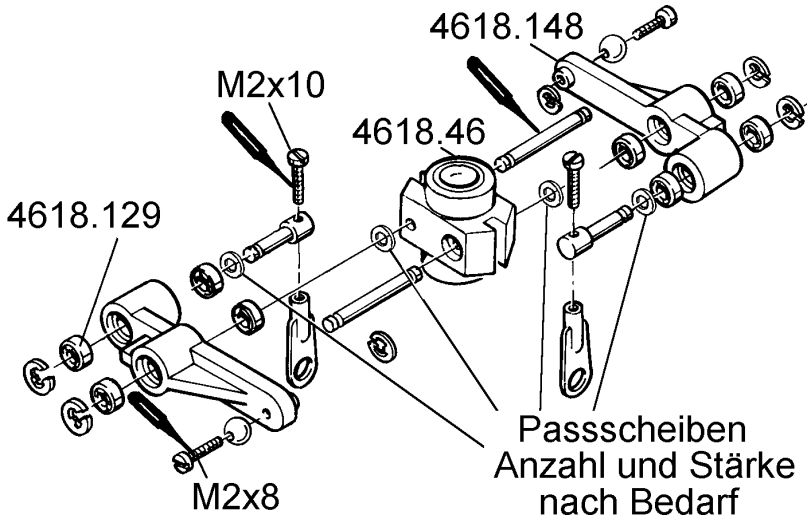
1.6 Montage des Gyrobodens *(Beutel UM-7)*



Gyrobodenhalter 4450.16 mit Blechschrauben 2,2x9,5 an die Seitenteile montieren. Gyroboden 1291.12 aufstecken und mit 4 Blechschrauben 2,2x6,5 festschrauben.

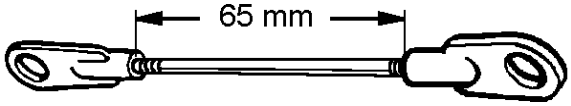
1.7 Pitchkompensator und Taumelscheibe *(Beutel U2-8)*

Der Pitchkompensator 4618.147 wird entsprechend der Abbildung zusammengesetzt.

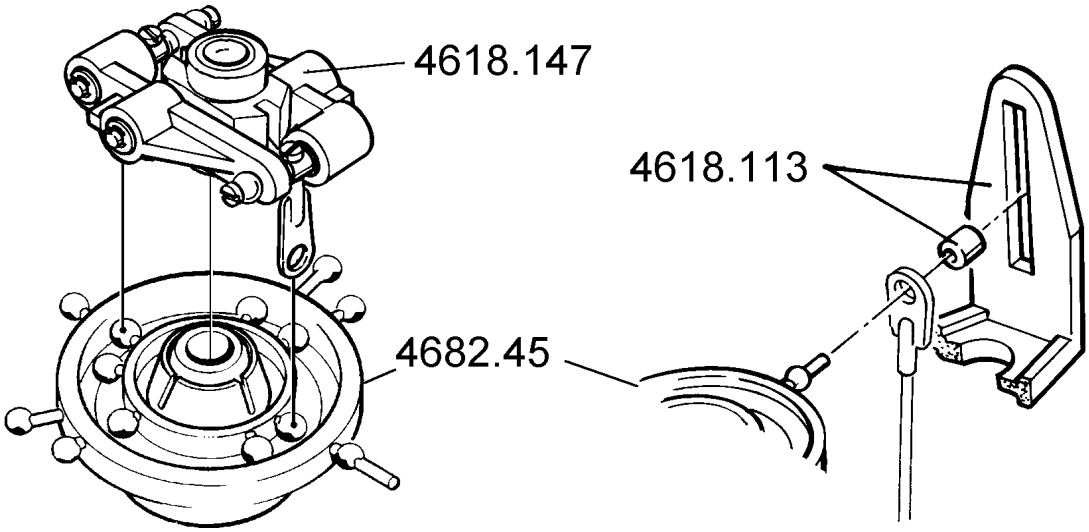


Dazu werden zunächst die mit einem Sicherungsring versehenen Messingbolzen mit Lagerbefestigungskleber in die Bohrungen des Pitchkompensator-Mittelstücks 4618.46 eingeklebt, so daß die Enden mit den Sicherungsringen in den Ansenkungen liegen. Die Pitchkompensatorarme werden mit den Kugellagern 4618.129 versehen und auf die herausstehenden Bolzenenden gesteckt, wobei jeweils mindestens eine Passscheibe zwischen Mittelstück und Arm angeordnet wird; die Arme müssen sich leichtgängig auf den Bolzen drehen lassen. Nach dem Anbringen der äusseren Sicherungsscheiben sollte kein Axialspiel der Arme auf den Bolzen vorhanden sein, andernfalls müssen weitere Passscheiben unterlegt werden.

Aus drei Gewindestangen 1291.10 (2,5mmØ, 75mm lang) und sechs Kugelgelenken 4618.155 werden drei Gestänge hergestellt gemäß Abbildung; das angegebene Maß bezieht sich auf den freien Abstand zwischen den Kugelgelenken.



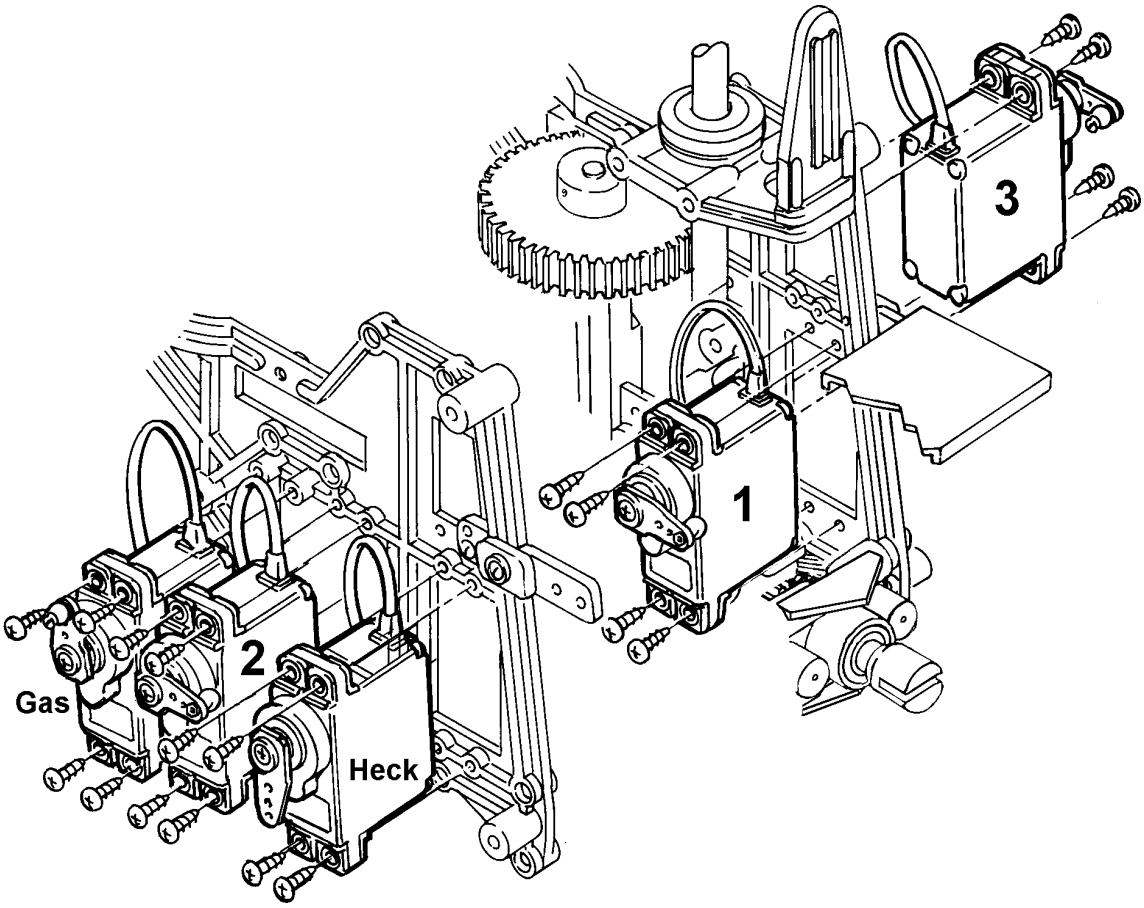
Ein Gestänge für den hinteren Punkt der Taumelscheibenanlenkung über den Führungszapfen an der Taumelscheibe 4682.45 auf die dahinterliegende Gelenkkugel aufdrücken, dann die Messinghülse (aus 4618.113) auf den Führungszapfen aufstecken und gut fetten. Taumelscheibe auf die Hauptrotorwelle aufschieben und das eingehängte Gestänge durch den Durchbruch hinten im Domlagerhalter nach unten durchstecken; dabei die Taumelscheibenführung 4618.113 vorsichtig zurückbiegen und den Führungszapfen der Taumelscheibe mit der Messinghülse in den Führungsnut einrasten lassen.
Den Pitchkompensator auf die Hauptrotorwelle aufstecken und die beiden Kugelgelenke gemäß Abbildung auf die bezeichneten Kugeln des Taumelscheiben-Innenringes aufdrücken.



2. Einbau der Fernlenkanlage *(Beutel U2-9)*

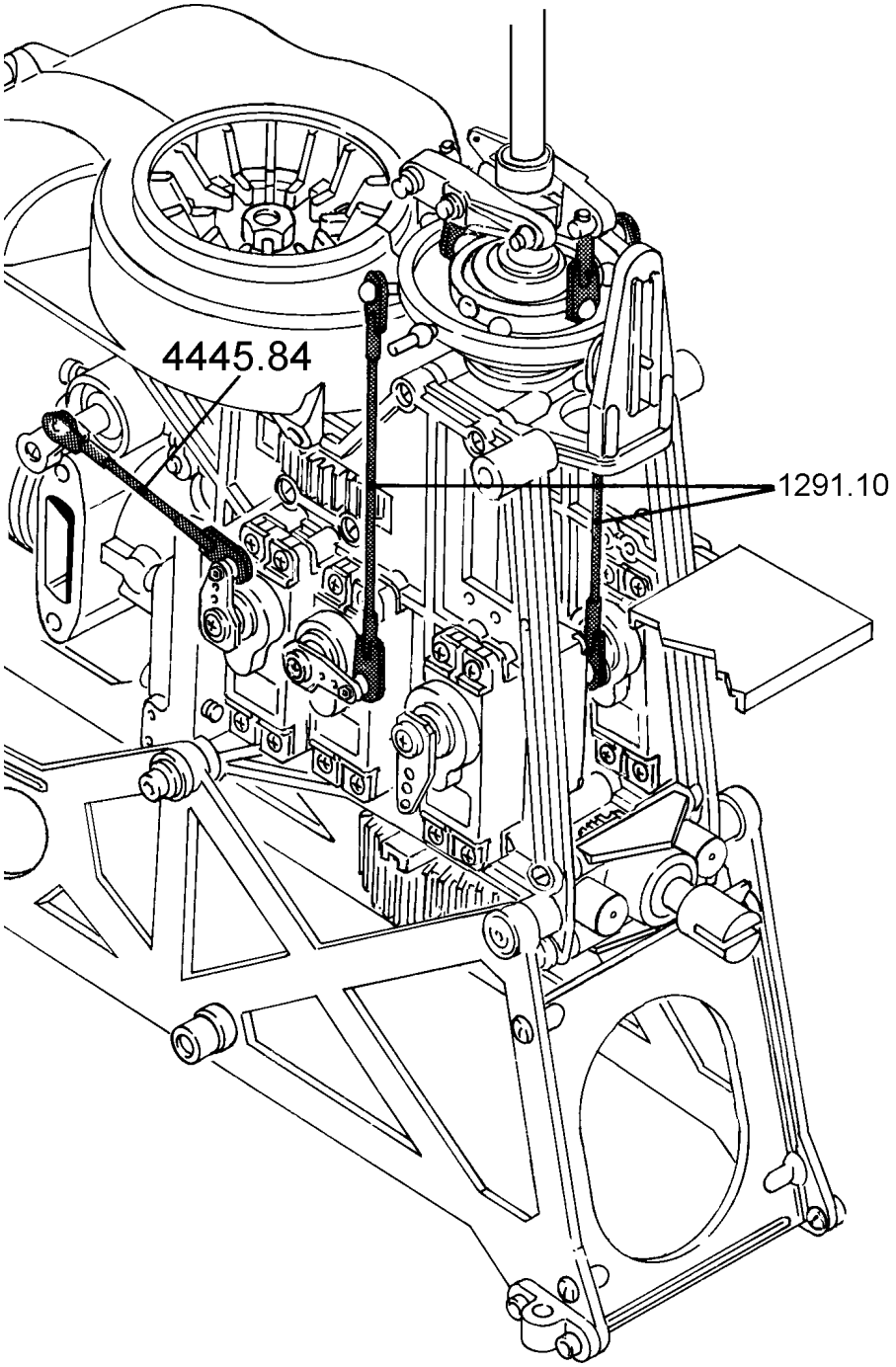
2.1 Montage der Servos

Am Nickservohebel (1) und an die Servohebel der Rollservos (2) + (3) werden *von innen* je eine Messingkugel mit einer Zylinderkopfschraube M2x 10 festgeschraubt und mit einer M2-Mutter von außen gesichert, dabei sowohl zwischen Schraube und Kugel, als auch in die Mutter Schraubensicherungslack geben. Der Abstand von Achse zu Kugelmitte beträgt ca. 18 mm.
Jetzt wird zuerst das Nickservo von innen in das rechte Seitenteil mit der Abtriebsachse nach oben in den Servoausschnitt gesteckt und mit 4 Schrauben, Gummidurchführungen und Hohlniete befestigt (Material im Lieferumfang der Servos): Die Hohlniete werden von *unten* in die Gummidurchführungen gesteckt, die Schrauben von *oben* eingedreht.
Die Servo-Befestigungsbohrungen in der Mechanik sind absichtlich geringfügig nach aussen versetzt, so dass sich eine Vorspannung in der Gummiaufhängung ergibt, wodurch eine höhere Steuerpräzision erreicht wird.
Die Rollservos werden jeweils in das rechte und linke Seitenteil von außen gesteckt (siehe Zeichnung, auch hier Achsabtrieb nach oben) und mit je 4 Schrauben befestigt. Servos gemäß Anleitung der Fernsteuerung mit dem Empfänger verbinden, Fernsteuerung einschalten und Taumelscheibenmixer im Sender aktivieren (Einstellung: Symmetrische Dreipunktanlenkung, 2 Rollservos, 1 Nickservo hinten). Pitch-, Nick- und Rollsteuerung in Neutralposition bringen und die Servohebel jetzt so aufstecken und befestigen, dass sie rechtwinklig zur Rotorwelle stehen.



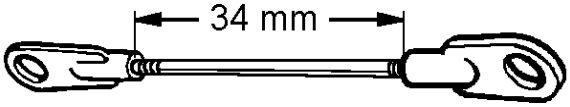
Das Heckrotorservo wird, mit seiner Abtriebswelle nach oben, von aussen in das linke Seitenteil gesteckt und befestigt. Der Servohebel zeigt nach unten und steht bei Pitchmittelstellung parallel zur Hauptrotorwelle.
Am Gasservohebel wird *von aussen* eine Messingkugel mit einer Zylinderkopfschraube M2x 10 festgeschraubt und mit einer M2-Mutter von hinten gesichert, dabei sowohl zwischen Schraube und Kugel, als auch in die Mutter Schraubensicherungslack geben. Der Abstand von Achse zu Kugelmitte beträgt ca. 11 mm. Das Gasservo wird bei Zweitaktmotoren im linken Seitenteil mit Achsabtrieb und Servohebel nach oben zeigend, bei Viertaktmotoren im rechten Seitenteil mit Achsabtrieb und Servohebel nach unten zeigend montiert.
Die Verlegung der Servokabel zur RC-Box ist äußerst sorgfältig vorzunehmen. Kabel dürfen auf keinen Fall Wellen oder Zahnräder berühren (Absturzgefahr beim Durchscheuern der Kabel).

Mit den zuvor angefertigten Gestängen werden die Taumelscheibenservos mit der Taumelscheibe verbunden, so daß sich eine 120° Anlenkung ergibt.

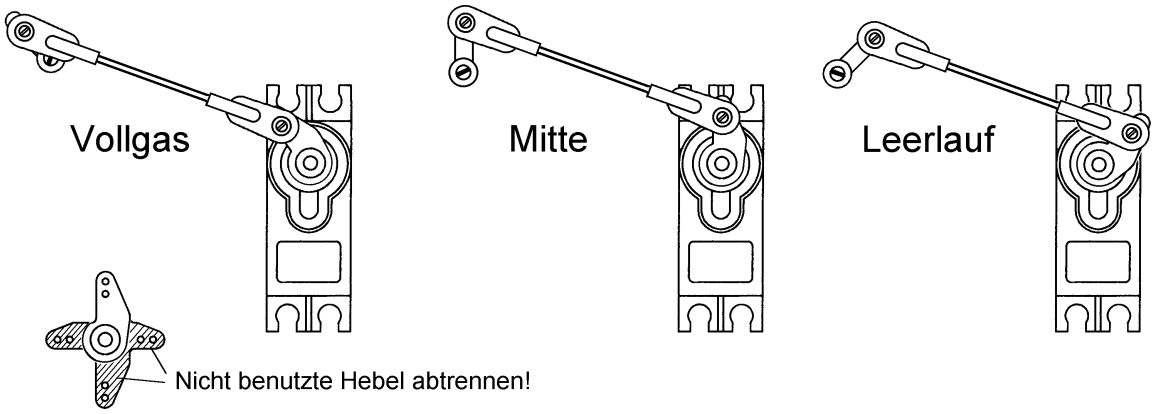


Eine Vierpunktanlenkung der Taumelscheibe ist ebenfalls möglich, muss aber nach eigenem Ermessen durchgeführt werden. Dazu wird ein weiteres Servo in den noch freien Servoausschnitt der Mechanik montiert und über ein entsprechend gebogenes Gestänge von 2,5 mm Ø mit dem vorderen Anlenkpunkt der Taumelscheibe verbunden. Die Gestänge der Servos 2 und 3 werden dann in die seitlichen (90°) Anlenkpunkte der Taumelscheibe eingehängt, und im Sender ist der Taumelscheibenmixer für Vierpunktanlenkungen zu aktivieren.
Besondere Aufmerksamkeit ist bei der Vierpunktanlenkung darauf zu verwenden, dass die Anlenkgestänge exakt justiert sind, damit sich die Servos nicht gegenseitig belasten. Dazu wird bei eingeschalteter Fernsteuerung der Pitchsteuerknüppel in Mittelstellung gebracht (Servohebel stehen dann 90° zu den Gestängen) und zunächst ein Gestänge ausgehängt. Durch Verstellen der verbliebenen drei Gestänge wird jetzt die Taumelscheibe genau waagerecht justiert. Ist das erreicht, wird das vierte Gestänge so justiert, dass es sich ohne Druck gegen das Servo auf die Kugel der Taumelscheibe aufdrücken lässt.

Aus einer Gewindestange 4445.84 (2mmØ, 45mm lang) und zwei Kugelgelenken 4618.55 wird das Gasgestänge hergestellt gemäß Abbildung; das angegebene Maß bezieht sich auf den freien Abstand zwischen den Kugelgelenken.



Vergaserhebel und Servoarm werden über dieses Gestänge miteinander verbunden, wie in der Abbildung gezeigt:



2.2 Montage der übrigen Fernsteuerungskomponenten

Zum Befestigen des Gyrosystems auf dem Gyroboden wird zweckmäßigerweise doppelseitiges Klebeband, z. B. Best.-Nr. 742 verwendet. Die Zuleitungen werden zusammen mit den Servokabeln seitlich an der Mechanik nach vorn zum Empfänger geführt.

Der Empfängerakku wird, weich verpackt, z. B. in einem Stück Zellkautschukschlauch, Best.-Nr. 1637, mit zwei Kabelbindern auf der Akkukonsole montiert.

Empfänger sowie ggf. Kreiselelektronik und Drehzahlregler werden, ebenfalls weich in Schaumgummi gelagert, in der RC-Box untergebracht und durch den Drahtbügel der Box fixiert.

Alle Zuleitungen von Servos, Kreisel und Akku werden mit Kabelbindern oder Spiralschlauch zusammengefasst und seitlich an der Mechanik nach vorn zum Empfänger geführt.

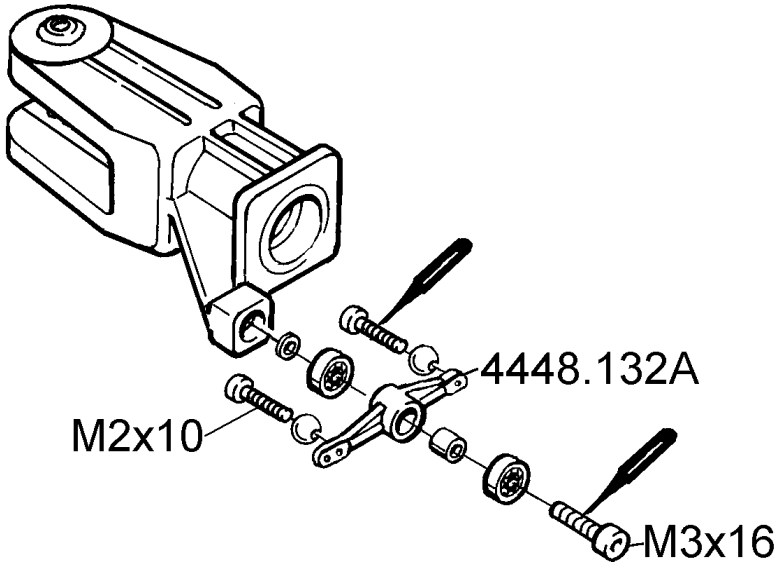
Der Schalter für die Empfangsanlage wird in der seitlich rechts am Unterbau montierten Schalterkonsole angebracht und mit Akku und Empfänger verbunden.

3. Zusammenbau des Hauptrotorkopfes *(Beutel U2-10)*

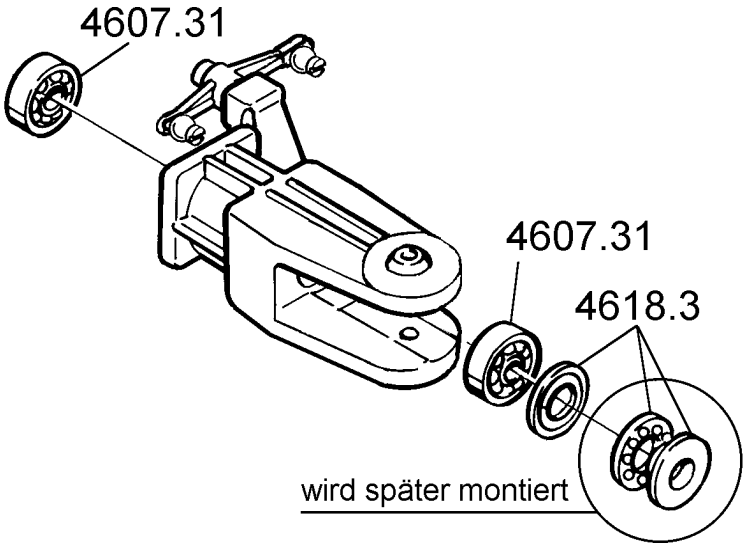
Der Hauptrotorkopf wird entsprechend den Abbildungen zusammengesetzt, alle Kugellager sind zu fetten.

3.1 Vorbereiten der Blatthalter *(Beutel U2-10A, U2-10B)*

An den Mischhebeln 4448.132A werden zunächst die beiden Gelenkkugeln mit Schrauben M2x10 montiert, dann werden beidseitig die Kugellager eingedrückt, wobei die Messing-Distanzbuchse zwischengelegt werden muss.
An die Schrauben M3x16 auf der gesamten Gewindelänge etwas Schraubensicherungslack geben und diese durch die Kugellager und die Distanzbuchse stecken; dabei darf kein Schraubensicherungslack in die Lager geraten. Mischhebel an die Blatthalter schrauben und unbedingt darauf achten, daß die Messing-Distanzscheibe zwischen dem inneren Kugellager und dem Blattverstellarm eingefügt wird. Die Mischhebel müssen nun leichtgängig in den Lagern beweglich sein; ggf. mit Silikonöl schmieren.



In die Blatthalter werden die Radiallager 4607.31 und die Lagerscheibe des Drucklagers 4618.3 gemäß Abbildung bis zum Anschlag eingedrückt.

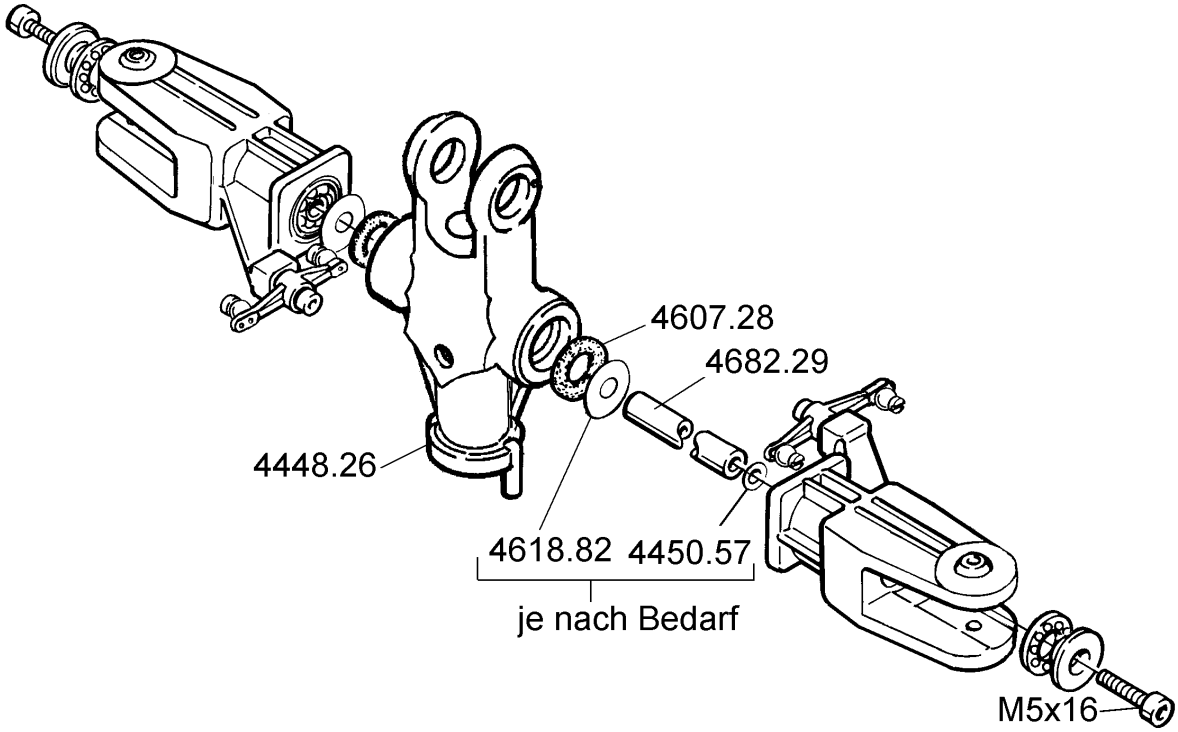


Nun wird überprüft, ob die vorbereiteten Blatthalter mit den Lagern 4607.31 leichtgängig auf die Blattlagerwelle 4682.29 aufgeschoben werden können; ggf. muß die Blattlagerwelle mit feinem Schleifpapier (Körnung >600) so lange nachgearbeitet werden, bis sich ein Schiebesitz für die Lager ergibt.

3.2 Montage der Blatthalter

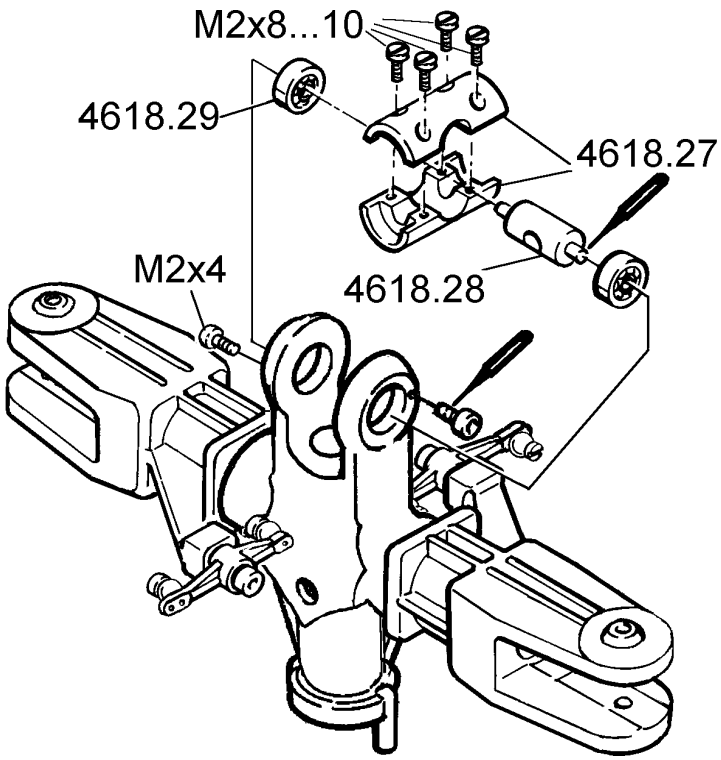
In das Rotorkopfzentralstück 4448.26 werden links und rechts die beiden O-Ringe 4607.28 eingedrückt und die eingefettete Blattlagerwelle durchgesteckt, so dass sie an beiden Seiten gleich weit herausteht. Die O-Ringe dürfen dabei nicht wieder herausgedrückt werden.
Je eine Passscheibe 0,3mm aus 4450.56 wird beidseits des Zentralstückes auf die Welle aufgesteckt, dann je ein Blatthalter, wobei darauf zu achten ist, den Blatthalter so auszurichten, dass der Blattverstellarm mit dem Mischhebel *vor* dem Blatt läuft (siehe Abbildung).
Abschließend die Kugelkäfige und die Druckscheiben der Axiallager 4618.3 gut gefettet aufsetzen und die beiden Inbusschrauben M5x16 festziehen.

Blatthalter auf Leichtgängigkeit prüfen, dazu ggf. mit dem Schraubendrehergriff auf Blatthalter und Zentralstück klopfen, damit sich die Lager richtig, ohne Verspannung, setzen können.
Sollen die Blatthalter nicht leichtgängig sein, weil sie gegen das Zentralstück gedrückt werden, so muss eine Distanzscheibe 4450.57 zwischen die Druckscheibe eines der beiden Kombilager und die Blattlagerwelle eingefügt werden.
Wenn die Leichtgängigkeit der Blatthalter sicher gestellt ist, werden die Inbusschrauben M5x16 unter Zugabe von Schraubensicherungslack endgültig festgezogen. Wurde eine Distanzscheibe 4450.57 eingefügt so muss darauf geachtet werden, die Inbusschraube hier mit Gefühl festzuziehen, damit die Messingscheibe nicht deformiert wird.

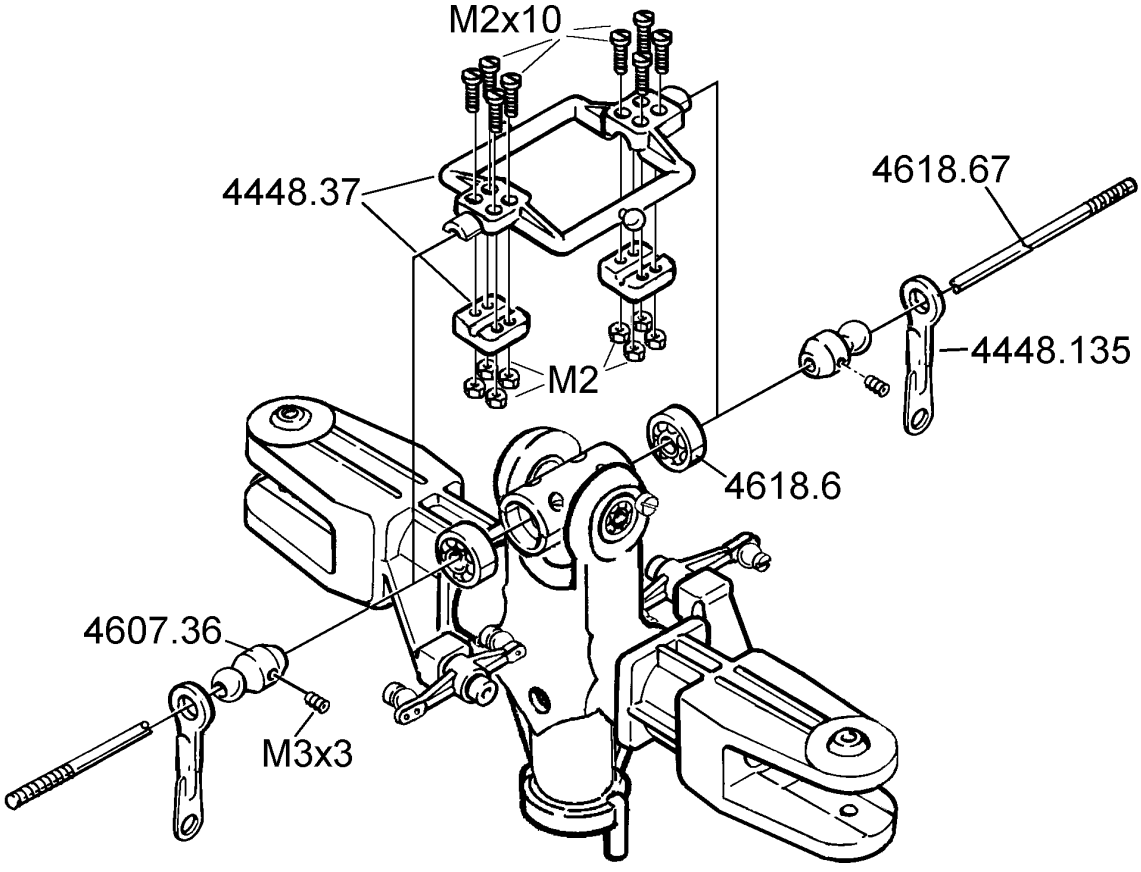


3.3 Montage des Hilfsrotors *(Beutel U2-10C, U2-10D)*

Wippe 4618.27 entsprechend der Abbildung montieren. Die Bohrung im Lagerbolzen 4618.28 muss mit der Längsöffnung der Wippe fluchten, damit später die Paddelstange durchgesteckt werden kann, ohne zu klemmen oder zu schleifen. Die beiden Hälften der Wippe werden zunächst provisorisch mit vier Schrauben M2x8...10 (aus anderen Baugruppen „ausleihen“) zusammengehalten; diese Funktion übernehmen später die längeren Schrauben des Bremstellers. Die beiden Kugellager werden aussen mit jeweils einer Schraube M2x4 im Zentralstück gesichert. Wippe auf Leichtgängigkeit prüfen.
Paddelstange dort, wo später die Steuerbrücke 4448.37 aufgeklemmt wird, mit Sandpapier aufrauhen; beim Verschrauben der Steuerbrücke dann Schraubensicherungslack zwischen Paddelstange und Steuerrahmen geben, um ein Verdrehen der Paddelstange in der Steuerbrücke bei extremen Kunstflugfiguren zu verhindern.

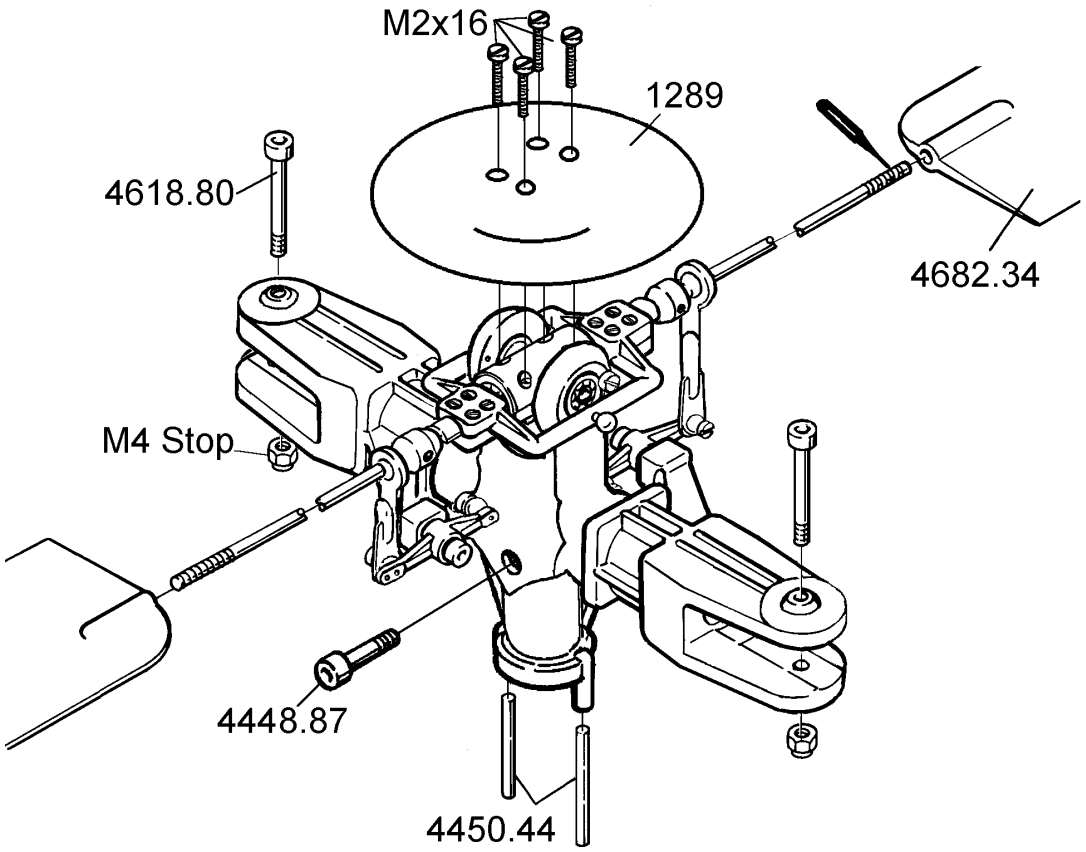


In die Wippe beidseitig je ein Kugellager 4618.6 eindrücken. Paddelstange 4718.67 durch die Wippe schieben und genau mittig ausrichten, so dass sie auf beiden Seiten gleich weit aus den Lagern herausragt, dann Steuerbrücke 4448.37, wie beschrieben, montieren.



Kugelstellringe 4607.36 beidseitig auf die Paddelstange aufschieben, bis sie an der Steuerbrükke anliegen. Vor dem Eindrehen der Stiftschrauben M3x3 Schraubensicherungslack in die Gewindebohrungen der Kugelstellringe geben. Doppelkugelgelenke 4448.135 aufdrücken.

Die Paddel 4682.34 unter Zugabe von Schraubensicherungslack genau 15mm weit auf die Enden der Paddelstange aufschrauben und exakt parallel zueinander und zur Steuerbrücke ausrichten.

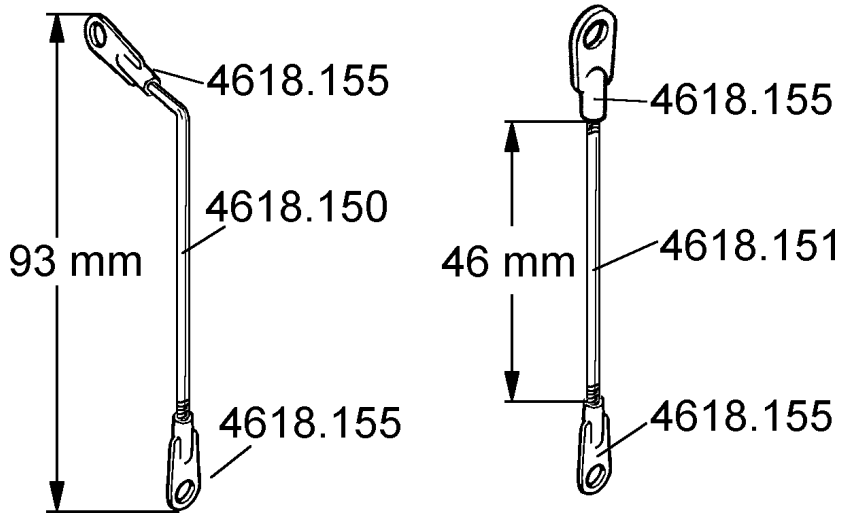


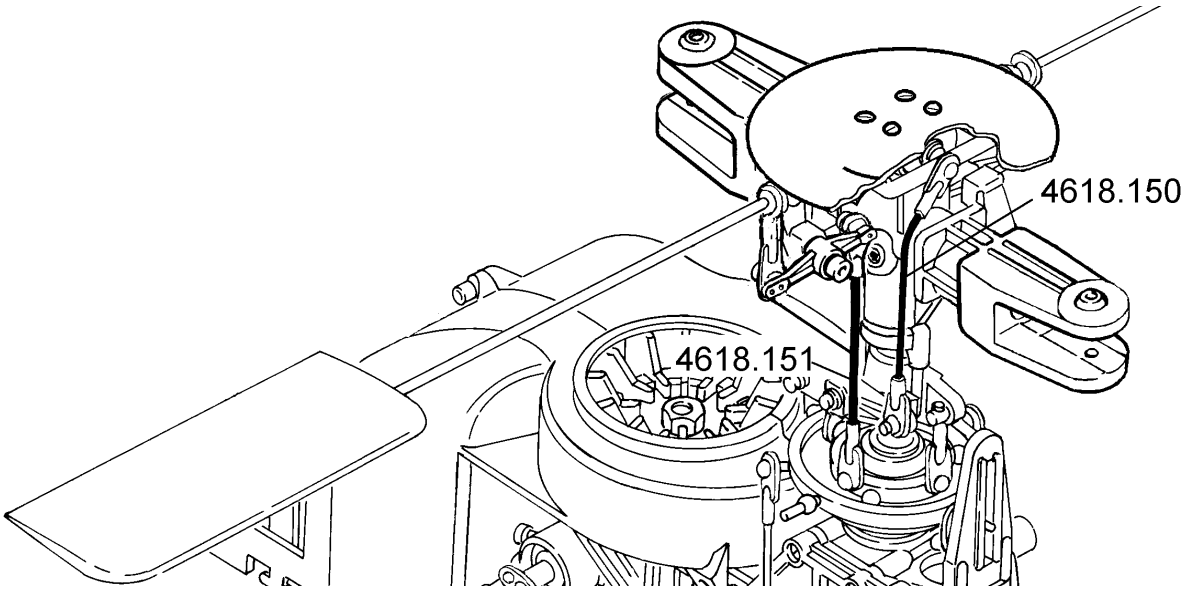
Die provisorisch verwendeten Schrauben aus dem Oberteil der Wippe wieder entfernen und den Bremsteller 1289 mit den vier Schrauben M2x16 auf der Wippe befestigen
In das Rotorkopfzentralstück die beiden Führungsstifte 4450.44 für den Pitchkompensator unter Zugabe von Schraubensicherungslack eindrücken.

3.4 Montage des Hauptrotorkopfes *(Beutel U2-10E)*

Den Hauptrotorkopf auf die Hauptrotorwelle aufstecken; dabei darauf achten, daß die Bohrung im Rotorkopf mit der oberen Querbohrung in der Hauptrotorwelle fluchtet, dann den Rotorkopf mit Spezialschraube 4448.87 festschrauben. Die Gestänge 4618.150 und 4618.151 gemäß Zeichnung montieren.

Jeweils zwei gerade und zwei abgewinkelte Gestänge anfertigen gemäß Abbildung





Die Gestänge 4618.150 müssen noch justiert werden, um den maximal möglichen Pitch-Verstellbereich zu erhalten, dabei folgendermaßen vorgehen:

Taumelscheibe ganz nach oben schieben, dazu ggf. die Kugelgelenke am Außenring aushängen. Die Taumelscheibe soll genau dann gegen den Pitchkompensator stoßen, wenn dieser selbst gegen die Unterkante des Hauptrotorkopfes stößt.

Ist das nicht der Fall, so müssen die abgewinkelten Gestänge 4618.150 justiert werden:

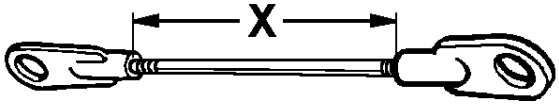
- Die Taumelscheibe stößt gegen den Pitchkompensator, aber zwischen Pitchkompensator und Rotorkopf besteht noch eine Lücke: ⇨ Beide Gestänge verkürzen

- Der Pitchkompensator stößt gegen den Rotorkopf, aber zwischen Taumelscheibe und Pitchkompensator besteht noch eine Lücke: ⇨ Beide Gestänge verlängern

Dabei unbedingt darauf achten, dass stets beide Gestänge gleichmäßig verstellt werden, so dass sie die gleiche Länge haben.

Abschließend die Feineinstellung des Hilfsrotors vornehmen, so dass die Hillerpaddel parallel zur Taumelscheibe stehen, wenn diese waagerecht ausgerichtet ist. Dabei die Gestänge 4618.150 um gleiche Beträge gegensinnig verdrehen, nicht nur ein Gestänge verstellen!

Die beiden Gestänge zwischen Taumelscheibe und Mischhebel folgendermaßen einstellen:



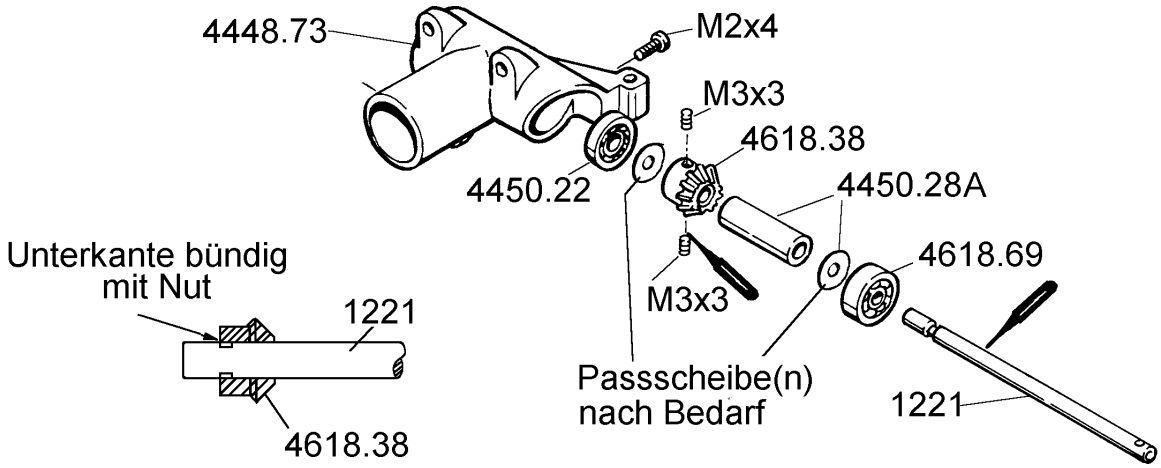
Der Einstellwinkelbereich der Rotorblätter hängt unter anderem auch ab von der Montageposition der Gelenkkugel des Doppelkugelgelenkes (zwischen Paddelstange und Mischhebel am Blattgriff): Die Montage der Kugel in der äußeren Bohrung erweitert den Pitchbereich um ca. 4,5° gegenüber der Montage in der inneren Bohrung.

Bei Servomittelstellung ergeben sich dann die folgenden Blatteinstellwinkel:
(Die endgültige Einstellung des Schwebeflugpitch erfolgt über die entsprechende Option im Sender!)

Länge „X“	Schwebeflugpitch (Kugel innen)	Schwebeflugpitch (Kugel außen)	Anmerkung
43 mm	0°	0°	für „3D“-Fliegen
46 mm	3°	4°	normale Einstellung, für Schweben und Kunstflug gleichermaßen geeignet
48 mm	5,5°	7°	Schwebeflüge mit niedriger Hauptrotordrehzahl

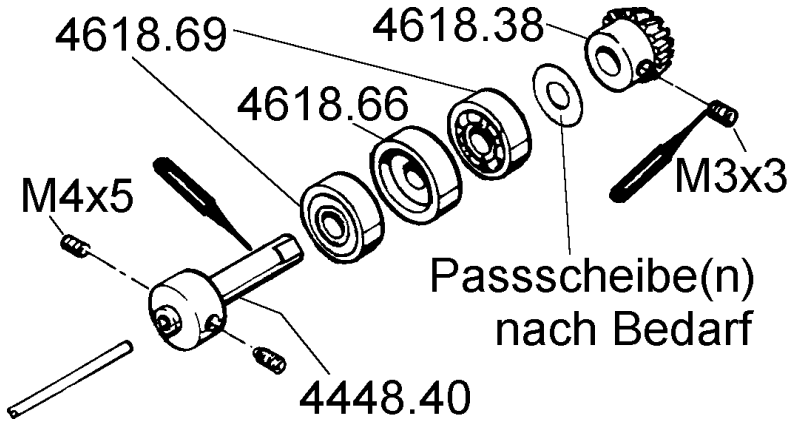
4. Zusammenbau des Heckrotorgetriebes *(Beutel U2-11, UM-11A)*

Auf die Heckrotorwelle 1221 das Kegelrad 4618.38 gemäß Abbildung montieren. Schraubensicherungslack in die Gewindebohrungen im Kegelrad geben, dann Stiftschrauben M3x3 festziehen; dabei muss eine der beiden Stiftschrauben auf die Fläche an der Heckrotorwelle treffen. Stiftschrauben dabei nicht so fest anziehen, dass sich das Kegelrad verspannt und später unrund läuft. Distanzbuchse 4450.28A sowie die Lager 4618.69 und 4450.22 aufstecken, dabei ganz gegen einander schieben. Einheit ins Heckrotorgehäuse 4618.73 bis zum Anschlag einschieben, und mit Sicherungsschraube M2x4 fixieren. Prüfen, ob die Welle keinerlei Axialspiel aufweist, ggf. Passscheiben 5/10x0,1 zwischenlegen.



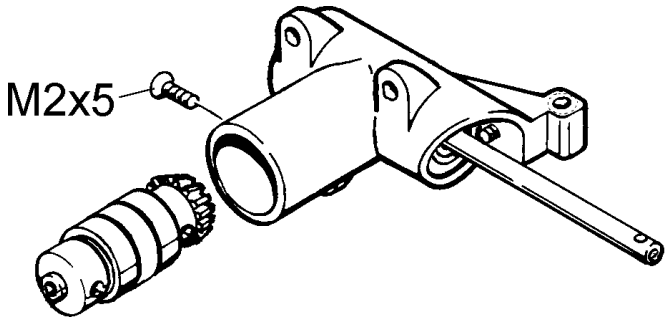
Auf die Heckrotor-Eingangswelle 4448.40 die beiden Lager 4618.69 und das Distanzstück 4618.66 unter Zugabe von Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, aufstecken gemäss Abbildung. Die Lager dürfen dabei nicht verspannt verden, ggf. durch daraufklopfen (z.B. mit einem Schraubenziehergriff) erreichen, dass sie sich korrekt auf der Welle "setzen"; Lagekleber aushärten lassen.

Eine Passscheibe 5/10x0,1 und Kegelrad 4618.38 zunächst ohne Zugabe von Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, aufstecken gemäss Abbildung. Die Stiftschrauben M3x3 so in das Kegelrad eindrehen, dass eine der beiden Stiftschrauben auf die Fläche an der Eingangswelle trifft.



Die fertiggestellte Antriebswelleneinheit so in das Heckrotorgehäuse stecken, dass die Bohrung im Distanzstück 4618.66 mit der Bohrung im Heckrotorgehäuse fluchtet, dann mit Senkkopfschraube M2x5 sichern.
Durch die Gewindebohrungen der Kupplung 4448.40 einen Stift (Schraubenzieher o.ä.) stekken. An diesem Knebel nun fest an der Kupplung ziehen (gegen die Verschraubung mit der Senkkopfschraube), damit sich die Antriebseinheit so im Heckrotorgehäuse setzt, dass sich das unter Last maximal mögliche Zahnflankenspiel der Kegelräder ergibt. Jetzt überprüfen, dass

das Heckrotorgetriebe leichtgängig läuft, mit gerade spürbarem Zahnflankenspiel der Kegelräder.



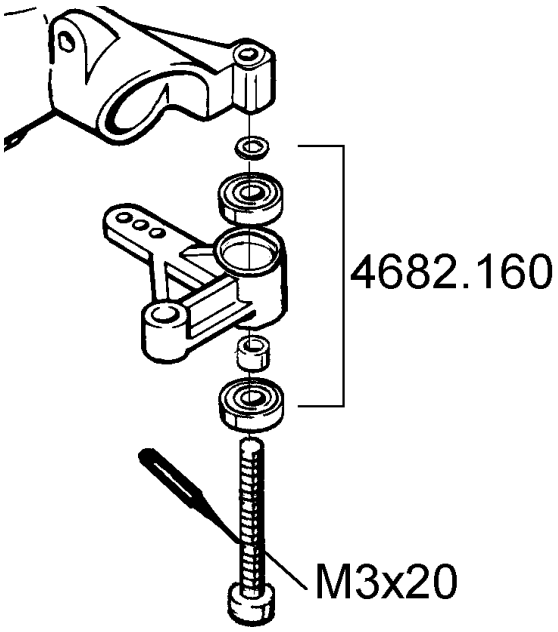
Falls das Zahnflankenspiel zu gering ist, die Zahnräder also schwergängig laufen, muss die Antriebseinheit noch einmal ausgebaut, die Passscheibe entfernt und wieder eingebaut werden; bei zu grossem Zahnflankenspiel hingegen werden weitere Passcheiben eingefügt. Nach entsprechendem Ziehen an der Antriebseinheit, wie oben beschrieben, sollte sich nun das erforderliche Zahnflankenspiel der Kegelräder ergeben.

Hinweis: *Sollte sich das Zahnflankenspiel so nicht zufriedenstellend justieren lassen, kann das daran liegen, dass das Kegelrad auf der Heckrotorwelle durch Fertigungstoleranzen zu weit aussen liegt und keinen korrekten Eingriff mit dem Kegelrad auf der Eingangswelle aufweist. Das lässt sich feststellen, wenn das Kegelrad der Eingangswelle bereits merklich mit den Zahnspitzen an der langen Distanzbuchse kratzt, dennoch aber Zahnflankenspiel vorhanden ist. In diesem Fall müssen die Passscheiben statt zwischen Distanzbuchse und Lager 4618.69 zwischen Kegelrad 4618.38 und Lager 4450.22 eingefügt werden, bis sich das gewünscht geringe Zahnflankenspiel einstellt.*

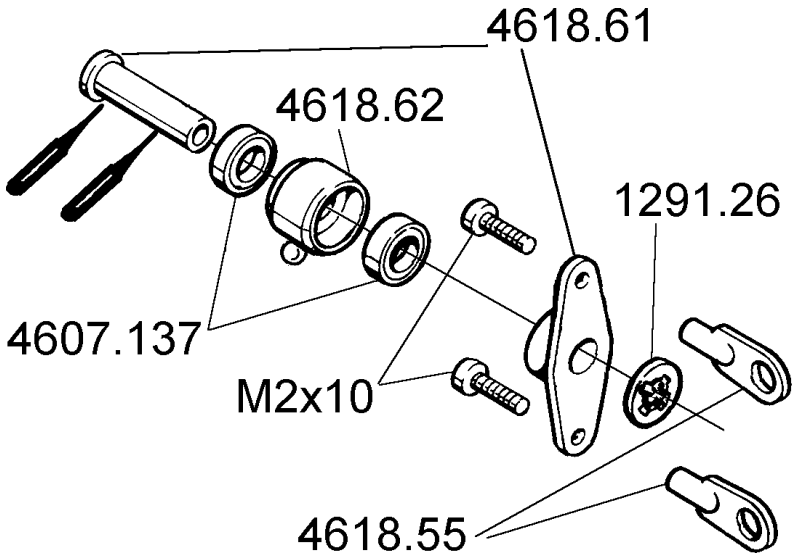
Beide Einheiten dann noch einmal ausbauen, die Lager auf der Heckrotorwelle sowie das Kegelrad auf der Eingangswelle unter Zugabe von Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, aufschieben und alles wieder endgültig zusammenbauen; dabei auch die Stifschrauben unter Zugabe von Schraubensicherungslack endgültig festziehen.

5. Montage von Umlenkhebel und Steuerbrücke *(Beutel U2-11B)*

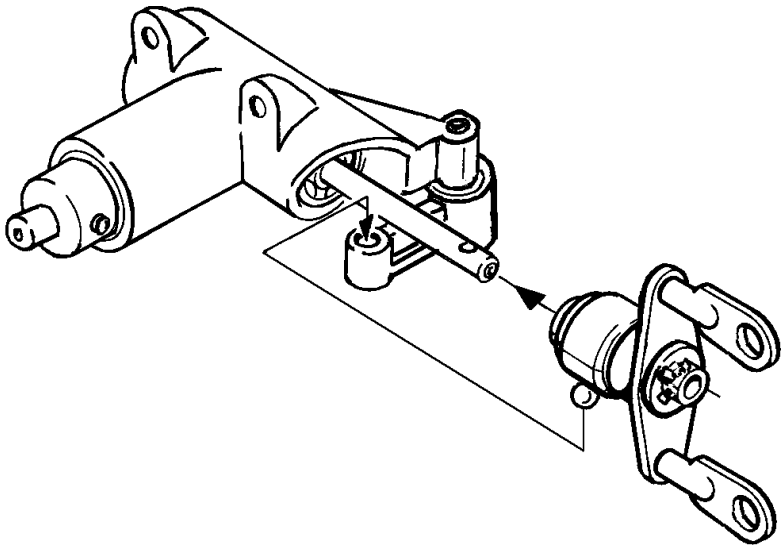
Auf die Inbusschraube M3x20 den Heckrotoranlenkhebel 4682.160 mit den eingedrückten Lagern (Distanzbuchse nicht vergessen!) und die Distanzscheibe aufstecken.



Schraube mit aufgestecktem Hebel einige Umdrehungen in den Ansatz des Heckrotorgehäuses eindrehen, aber noch nicht festschrauben, weil zunächst die im nächsten Abschnitt beschriebene Steuerbrücke montiert werden muss.
Kugellager 4607.137 bis zum Anschlag in den Steuerring 4618.62 eindrücken. Einheit unter Zugabe von wenig Schraubensicherungslack (nicht zwischen Steuerring und Steuerhülse geraten lassen!) auf die Steuerhülse aus 4618.61 so aufschieben, dass der Lager-Innenring am Bund der Steuerhülse anliegt.



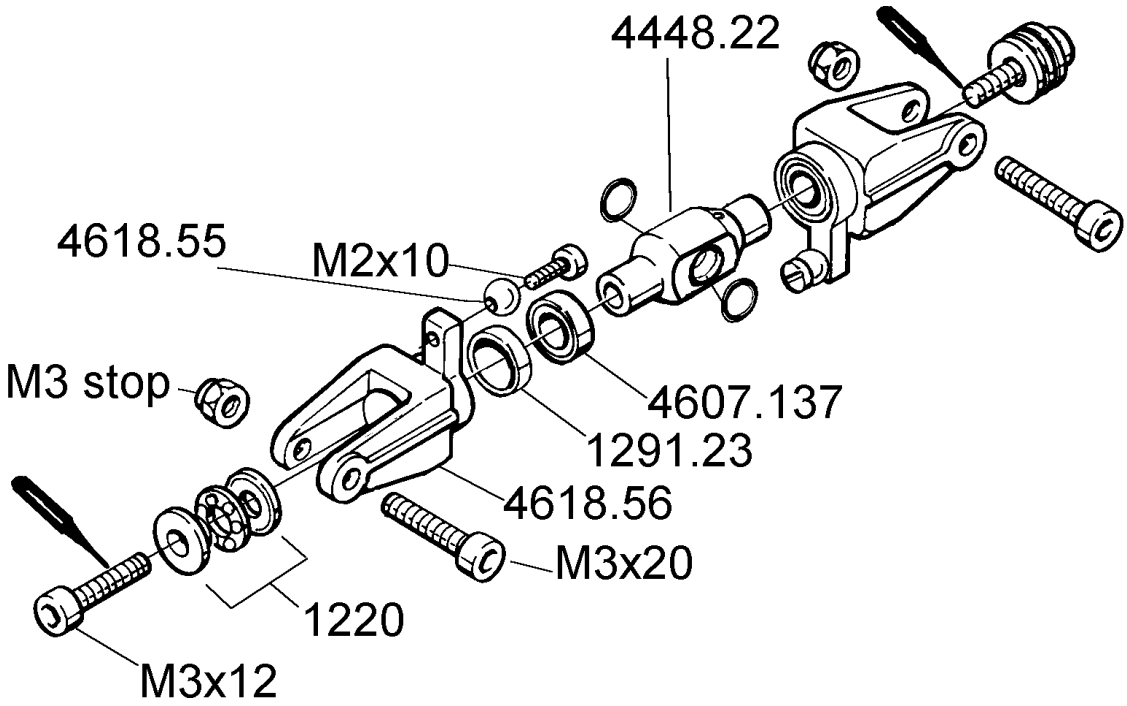
Steuerbrücke aus 4618.61 mit den beiden Kugelgelenken 4618.55 versehen, auf die Steuerhülse aufschieben und gegen den Lager-Innenring des anderen Kugellagers drücken. Zackenring 1291.26 auf die Steuerhülse und gegen die Steuerbrücke drücken.
Jetzt überprüfen, dass sich der Steuerring leichtgängig auf der Steuerbrücke drehen kann, andererseits aber auch keinerlei Axialspiel vorhanden ist. Sollte der Ring schwergängig laufen, so wurden wahrscheinlich die beiden Lager gegeneinader verspannt, was sich durch Daraufklopfen mit dem Schraubenziehergriff meist beheben läßt.
Steuerbrücke auf die Heckrotorwelle aufstecken, dann Anlenkhebel über die Kugel des Steuerringes greifen lassen und Schraube M3x20 festziehen.



6. Montage des Heckrotorkopfes *(Beutel UM-11C)*

Heckrotorkopf gemäß Abbildung montieren, dabei alle Lager fetten. Die Blatthalter-Befestigungsschrauben M3x12 unter Zugabe von Lagerbefestigung 603 so weit in die Nabe eindrehen, wie sich der Blatthalter noch leichtgängig drehen lässt.

Lagerbefestigungskleber nicht in die Kugellager geraten lassen!

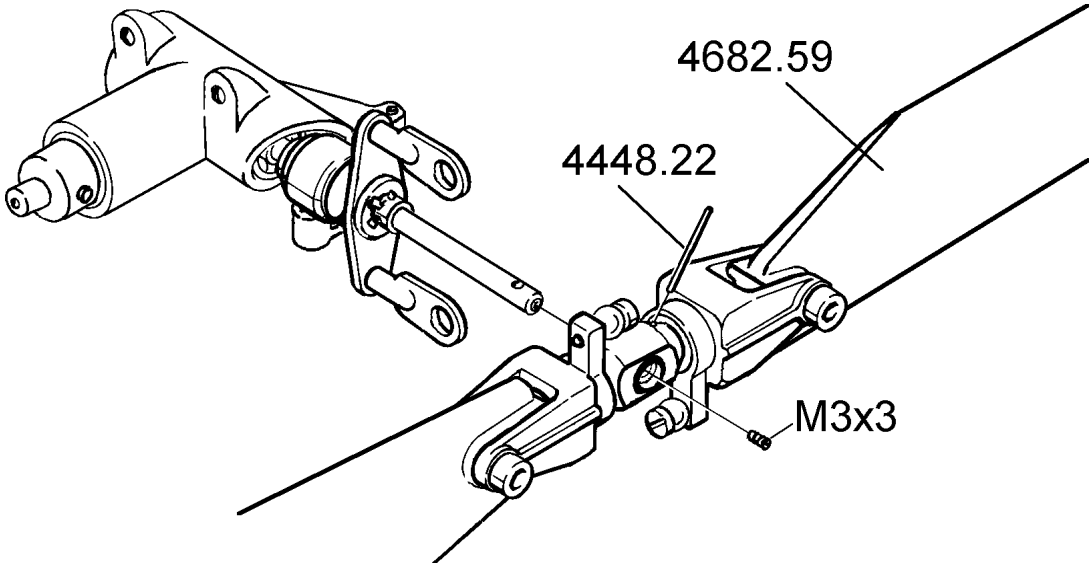


Die beiden O-Ringe so in die Nabe 4448.22 einsetzen, dass sie in den beiden Nuten liegen. O-Ringe einölen, den Heckrotorkopf so auf die Heckrotorwelle aufstecken, dass die Querbohrung in der Welle und die Bohrung in der Nabe mit einander fluchten und mit dem Stift 4448.22 fixieren, der seinerseits durch die Stiftschraube M3x3 gesichert wird.

Dabei die Ausrichtung der Nabe beachten (siehe Abbildung).

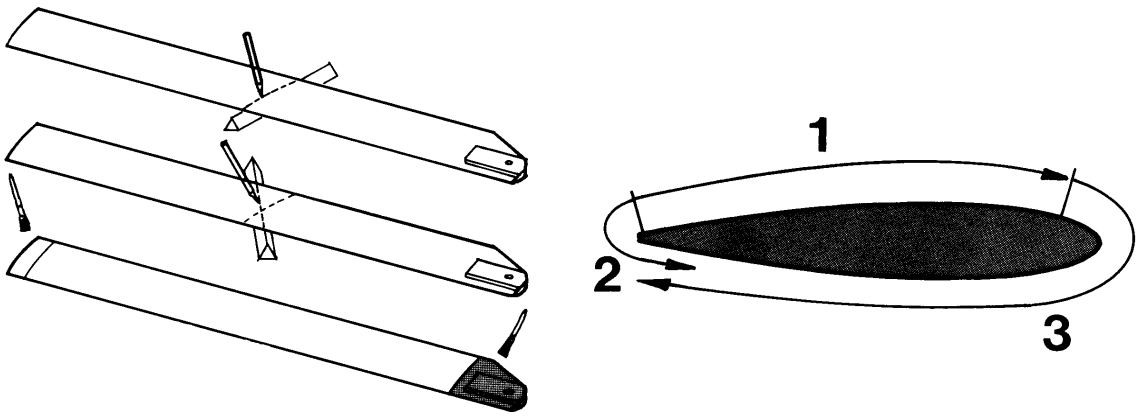
Heckrotorblätter mit den beiden Schrauben M3x20 in den Blatthaltern befestigen. Die Befestigungsschrauben der Heckrotorblätter nur so fest anziehen, daß sich die Blätter noch bewegen lassen, damit sie sich bei Rotation optimal ausrichten können.

Ausrichtung der Heckrotorbkätter beachten: Der Heckrotor läuft, von der linken Seite aus betrachtet, im Uhrzeigersinn ("unten vorlaufend"), die Blattverstellarme der Blatthalter laufen vor dem Blatt.

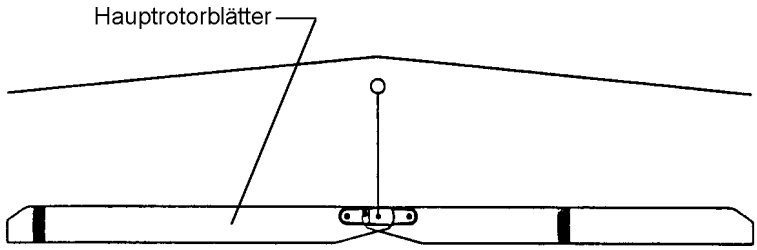


7. Hauptrotorblätter

Die Uni-Mechanik 2000 ist zum Betrieb mit hochwertigen GfK- oder CfK-Hauptrotorblättern vorgesehen, z.B. Best.-Nr. 1266. Selbstverständlich können statt dessen auch einfache Holzrotorblätter verwendet werden, z.B. Best.-Nr. 74A, die jedoch als Bausatz geliefert werden und daher gemäß nachstehender Anleitung fertiggestellt werden müssen.
Die den Blättern beiliegenden Rotorblattbuchsen werden in die Bohrungen der Rotorblätter mit Zweikomponentenkleber eingeklebt, soweit das nicht schon im Lieferumfang erfolgt ist.
Nach dem Aushärten des Klebers wird das gesamte Blatt mit feinem Schleifpapier, Best.-Nr. 700.1 oder 700.2 geglättet.
Nicht nur das Gewicht, sondern auch die Lage des Blattschwerpunktes sollte bei beiden Blättern gleich sein. Dazu, wie in der Zeichnung gezeigt, Blätter über einem Dreikant ausbalancieren. Lage beidesmal anzeichnen. Der Schnittpunkt der Linien entspricht dem Schwerpunkt. Die Rotorblätter dann mit GLATTFIX-Porenfüller, Best.-Nr. 207 an den Anschlußstellen mehrmals streichen und jedesmal mit feinem Schleifpapier nachschleifen. Dabei 1. Schwerpunktlage, wenn notwendig, korrgieren und 2. das Gesamtgewicht der beiden Blätter einander genau angleichen. Farblackierung erfolgt im Aufleimerbereich (ca. 70 mm breit) und außen mit 2 sich gut voneinander abhebenden Farben (ca. 20 mm breit). Damit wird die Einstellung des Spurlaufes später erleichtert. Die Folienbespannung wird nach dem in der Zeichnung gezeigten Schema aufgebracht; erst Oberseite, dann Hinterkante, dann Unterseite. Außen bleiben etwa 12 mm unbespannt (bei beiden genau gleich!). Die Bespannung muß faltenfrei sein!



7.1 Auswiegen der Rotorblätter



Hauptrotorblätter, wie abgebildet, miteinander verschrauben und an einem Faden aufhängen.
Zum Auswiegen Klebeband am Ende des leichteren Blattes anbringen.
Sorgfältig auswiegen, um einem vibrationsarmen Lauf des Hauptrotors zu erreichen!

8. Einbau der Mechanik in den Rumpf

Die Mechanik wird in einen der zahlreichen, separat lieferbaren Rümpfe eingebaut oder zum offenen Trainermodell komplettiert, was gemäß der dem Rumpf beiliegenden Anleitung erfolgen muß.

9. Einstellarbeiten

9.1 Einstellen der zyklischen Steuerung

Die Grundeinstellung von Roll- und Nicksteuerung sollte bereits korrekt sein, wenn die Gestänge gemäß Anleitung montiert wurden. Da die Einhängepunkte der Gestänge an den Servohebeln vorgegeben sind, werden die Einstellungen der Servowege später über die elektronischen Einstelloptionen am Sender vorgenommen. Dabei darauf achten, dass der Servoweg nicht zu groß eingestellt wird und auch bei Endstellung des Steuerknüppels für Roll- und Nicksteuerung die Taumelscheibe nicht an der Hauptrotorwelle anschlägt, wodurch sie durch die Pitchsteuerung nicht mehr leichtgängig axial bewegt werden könnte.

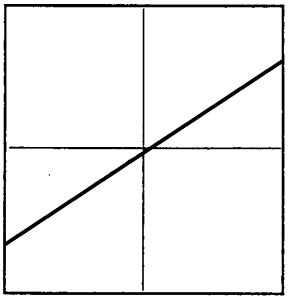
9.2 Hauptrotor-Pitcheinstellung

Die Pitcheinstellwerte werden mit einer Einstellwinkellehre (Sonderzubehör, nicht im Bausatz enthalten) gemessen. Die folgenden Tabelle enthält Anhaltswerte; die tatsächlich erforderlichen Werte hängen von den verwendeten Rotorblättern und vom Modell ab.

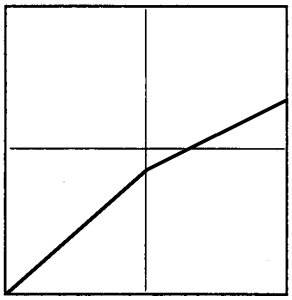
	Minimum	Schwebeflug	Maximum
Schwebeflug und Training	-2°	5,5°...6°	12°
Kunstflug	-4°	5°... 5,5°	8°... 9°
Autorotation	-4°	5,5°	13°

Die Pitcheinstellungen werden am besten im Sender vorgenommen wie folgt:

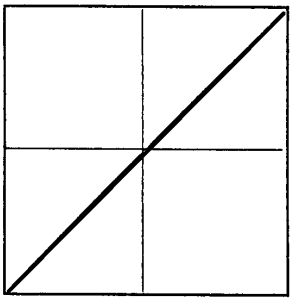
1. Schwebeflug-Pitch messen und korrekt einstellen
2. Pitch-Maximum und -Minimum messen und über die Pitchkurveneinstellung des Senders justieren gemäß den nachfolgenden Diagrammen



Schwebeflug und Training (linear)



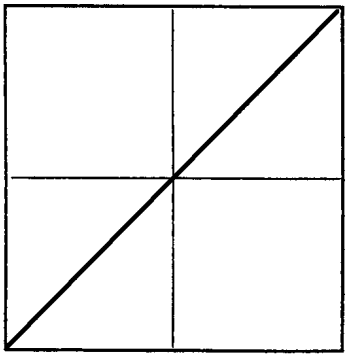
Kunstflug



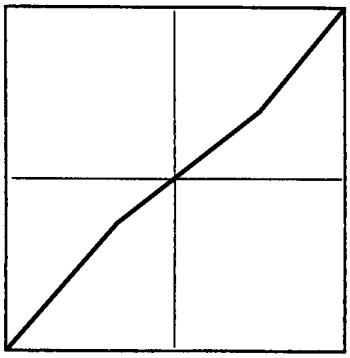
Autorotation

9.3 Einstellen der Vergaserbetätigung

Die nachfolgenden Diagramme zeigen mögliche Vergaser-Steuerkurven:



linear

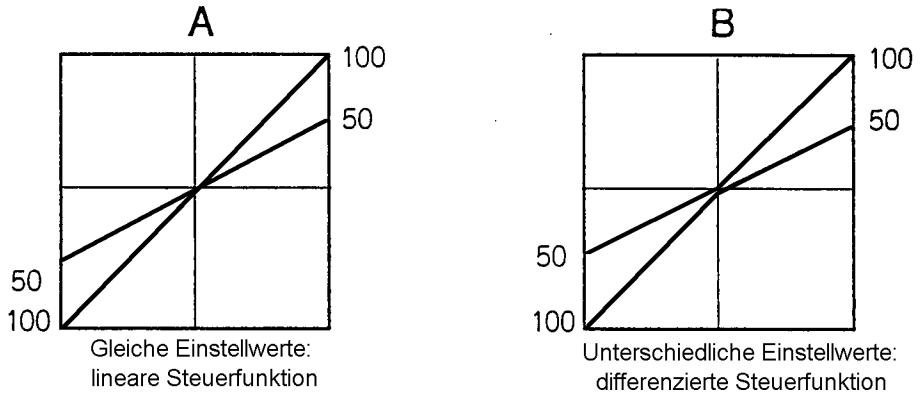


schwebeflug-optimiert

- Die schwebeflugoptimierte Gaskurve ergibt weiche Steuerreaktionen im Schwebeflugbereich.
- Die oben angegebenen Werte hängen stark ab vom verwendeten Motor, Kraftstoff, Schalldämpfer usw.; sie müssen daher durch praktische Versuche angepasst werden.

Wenn alle Gestängeverbindungen gemäß den vorausgegangenen Bauabschnitten hergestellt worden sind, können die nachfolgenden Einstellungen am Sender vorgenommen werden:

1. **Servolaufrichtungen**
   Den Drehsinn aller Servos entsprechend den Angaben in der Anleitung einstellen. Besondere Aufmerksamkeit dabei auf das Gasservo richten!
2. **Dual-Rate**
   Für Roll-, Nick- und Heckrotorsteuerung können umschaltbare Ausschlaggrößen eingestellt werden. Als Grundeinstellung hierfür wird die Umschaltung jeweils von 100% auf 75% empfohlen.
3. **Exponentialfunktion**
   In der Grundeinstellung auf linearer Steuerkennlinie belassen.
4. **Servoweg-Mittenverstellung**
   Keine Einstellungen zu diesem Zeitpunkt vornehmen. Kleinere Korrekturen können damit später durchgeführt werden.
5. **Servoweg-Einstellung**
   Hiermit können die maximalen Servowege eingestellt werden, wobei darauf zu achten ist, dass die Einstellungen nach beiden Richtungen auf die gleichen Werte eingestellt werden; andernfalls ergibt sich eine unerwünschte Differenzierung der Ausschläge:



Gleiche Einstellwerte: lineare Steuerfunktion

Unterschiedliche Einstellwerte: differenzierte Steuerfunktion

Bei Gas- und Taumelscheibenservos (Pitchfunktion) sollte darauf geachtet werden, daß die Einstellung des Servoweges symmetrisch mit gleichen Werten für beide Richtungen erfolgt, wobei das Gasservo den vollen Vergaserweg von der vollständig geschlossenen Stellung (Motor aus) bis Vollgas steuern kann, ohne dass es durch mechanische Anschläge blockiert wird. Die Pitchfunktion der Taumelscheibenservos sollte einen Blattteinstellwinkelbereich von -5° bis +13° ansteuern, ebenfalls bei symmetrischen Ausschlägen; ggf. müssen die Servo-Steuerhebel gelöst und um einen Zahn versetzt wieder festgeschraubt werden.

Bei der jetzt durchgeführten Grundeinstellung ergibt sich für die Mittelstellung des Gas-/Pitchsteuerknüppels (Schwebeflugpunkt) ein Pitchwert von ca. 5,5°, wobei der Vergaser halb geöffnet ist.

Hinweis:
Pitch- und Gaskurven werden später entsprechend den praktischen Anforderungen eingestellt. Wenn jedoch schon in der Grundeinstellung differenzierte Ausschläge, wie in Abb.“B“ oben gezeigt, eingestellt werden, erschwert das diese späteren Abstimmungen!

6. **Pitch- und Gaskurve**
   Diese Einstellungen sind von elementarer Wichtigkeit für die Flugleistung eines Hubschraubers. Ziel dieser Abstimmung ist es, dass sowohl im Steig- als auch im Sinkflug die Rotordrehzahl konstant bleibt, unabhängig von der Belastung. Das stellt dann eine stabile Basis dar für die weiteren Abstimmungen, z.B. des Drehmomentausgleichs usw. (siehe auch Pitch- und Gaskurven).
7. **Statischer Drehmomentausgleich**
   Zum Ausgleich der Drehmomentänderungen bei Betätigung der Pitchsteuerung wird das Heckrotorservo über einen Mischer im Sender mit der Pitchfunktion gekoppelt. Der Mischanteil kann bei den meisten Sendern für Steig- und Sinkflug separat eingestellt werden. Empfohlenen Werte für die Grundeinstellung: Steigflug: 35%, Sinkflug: 15%

8. Kreiseleinstellung

Kreiselsysteme dämpfen unerwünschte Drehungen um die senkrechte (Hoch-) Achse des Hubschraubers, indem sie diese selbständig erkennen und entsprechend in die Heckrotorsteuerung eingreifen. Dazu wird die Kreiselelektronik zwischen Heckrotorservo und Empfänger geschaltet; manche Kreiselsysteme gestatten zudem ein Einstellen oder Umschalten von zwei Werten der Kreiselwirkung vom Sender aus über einen zusätzlichen Kanal. Dieser Kanal wird, je nach verwendetem Kreiselsystem, über einen Proportionalgeber (Schiebe- oder Drehregler) oder einen Schalter betätigt.

Bei Kreiselsystemen, die eine Einstellbox mit zwei Einstellreglern besitzen für zwei feste Einstellungen, zwischen denen vom Sender aus umgeschaltet werden kann, stellt man in der Grundeinstellung den einen Regler ungefähr auf Mittelposition (50%), den anderen Regler auf 25%. Ermöglicht es das Kreiselsystem, zwischen den beiden eingestellten Werten stufenlos mit einem Poportionalgeber umzublenden, so stellt man den einen Regler auf "0“, den anderen auf ca.80%.

Bei Kreiselsystemen, die in ihrer Wirkung nicht vom Sender aus beeinflußt werden können, sondern nur einen einzelnen Einstellregler an der Kreiselelektronik selbst besitzen, wird dieser Einstellregler zunächst auf 50% Wirkung eingestellt.

Darauf achten, dass die Wirkungsrichtung des Kreisels korrekt ist, er also auf eine Bewegung des Heckauslegers mit einem Heckrotor-Steuerausschlag in die entgegengesetzte Richtung reagiert. Ist das nicht der Fall, so wird jede Drehung des Modells durch den Kreisel noch verstärkt! Zur Einstellung der Wirkungsrichtung ist bei den meisten Kreiselsystemen ein Umschalter vorhanden, der in die entsprechende Stellung gebracht werden muß; manche Systeme besitzen keinen derartigen Schalter, sie sind ggf. auf dem Kopf stehend zu montieren.

Bei allen Kreiselsystemen kann die optimale Einstellung erst im Flug ermittelt werden, da hierauf unterschiedliche Faktoren einwirken.
Ziel der Einstellung ist es, eine möglichst hohe Stabilisierung durch den Kreisel zu erreichen, ohne daß es durch eine zu hohe Einstellung der Kreiselwirkung zu einem Aufschwingen (Pendelbewegungen des Heckauslegers) des Modells kommt.

Besondere Hinweise für den Einsatz der Piezo-Kreiselsysteme Graupner/JR „PIEZO 450...5000“ in Verbindung mit einer Computer-Fernsteuerung (z.B. mc-12...mc-24)

Die fortschrittliche Konstruktion dieser Kreiselsysteme macht ein vom zuvor Beschriebenen abweichendes Vorgehen gemäss dem nachfolgenden Schema erforderlich:

1. Servoweg für den Heckrotorkanal im Sender auf +/- 100% einstellen.
2. Eventuell vorhandenen Kreiselmixer („Gyro-Control“), der die Kreiselwirkung bei Betätigen der Heckrotorsteuerung reduziert, unbedingt dauerhaft deaktivieren.
3. Heckrotorgestänge am Heckrotorservo aushängen.
4. Heckrotorsteuerung am Sender betätigen: Ab ungefähr 2/3 des Steuerweges muss das Servo beidseitig stehen bleiben, auch wenn der Steuerknüppel weiter bewegt wird (Begrenzereinsatz).
5. Heckrotor-Steuergestänge so am Servo einhängen, dass der mechanische Endanschlag des Heckrotors beidseitig mit dem Begrenzereinsatz übereinstimmt (Servo darf gerade nicht durch die mechanische Endstellung blockiert werden).
   Diese Einstellung unbedingt mechanisch, also durch Ändern des Einhängepunktes und Verändern der Gestängelänge vornehmen, nicht elektronisch mit den Einstelloptionen im Sender!!!
6. Schwebeflugposition des Heckrotors bei Mittelstellung des Pitch-Steuerknüppels jetzt ggf. korrigieren über die Servoweg-Mittenverstellung im Sender
7. Die Kreiselwirkung wird ausschliesslich über den Zusatzkanal mit einem Proportionalgeber eingestellt zwischen „0“ und maximaler Wirkung; bei Bedarf kann die Maximalwirkung über die Wegeinstellung des Zusatzkanals bzw. die Geberanpassung reduziert werden, um einen feinfühligen Einstellbereich für die Kreiselwirkung zu erhalten.
8. Falls die Heckrotorsteuerung „weicher“ eingestellt werden soll, dieses ausschliesslich über die Exponential-Steuerfunktion vornehmen, keinesfalls den Servoweg (+/- 100%!) wieder reduzieren!

10. Endkontrolle vor dem Erstflug

Wenn der Zusammenbau des Modells abgeschlossen ist, sollten die folgenden Überprüfungen vor dem Erstflug durchgeführt werden:

- Gehen Sie dieses Handbuch noch einmal durch und stellen Sie sicher, dass alle Aufbauschritte korrekt durchgeführt wurden.
- Stellen Sie sicher, dass alle Schrauben in den Kugelgelenken und den Lagerböcken nach Einstellen des Getriebe-Zahnflankenspiels richtig festgezogen sind.
- Können sich alle Servos frei bewegen, ohne mechanisch anzulaufen? Stimmen alle Drehrichtungen? Sind die Befestigungsschrauben der Servo-Steuerhebel festgezogen?
- Überprüfen Sie die Wirkungsrichtung des Kreiselsystems
- Stellen Sie sicher, dass Sender- und Empfängerakkus voll geladen sind. Zur Kontrolle des Empfängerakkus ist der Einsatz eines Spannungsüberwachungsmoduls (z.B. Best.-Nr. 3138) empfehlenswert.

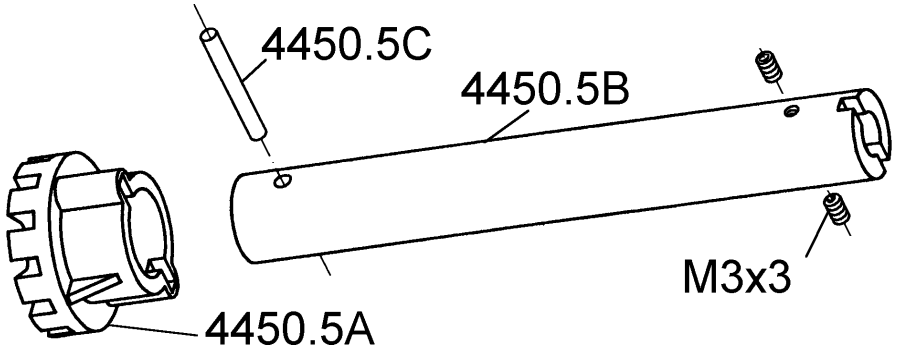
Erst wenn alles, wie oben beschrieben, überprüft wurde, kann der Motor angelassen und der erste Startversuch durchgeführt werden.
Bedenken Sie, dass das Laufverhalten des Motor in hohem Maße abhängig ist vom verwendeten Kraftstoff, von der Glühkerze, von der Höhe über dem Meeresspiegel und von den Witterungsbedingungen.
Beachten Sie auch die Hinweise zur Motoreinstellung weiter hinten.

Wartung

Hubschrauber, ob groß oder klein, stellen hohe Ansprüche an die Wartung. Auftretende Vibrationen schnellstmöglich beseitigen oder verringern! Rotierende Teile, wichtige Schraubverbindungen, Gestänge, Anlenkungspunkte sind vor jedem Flug zu überprüfen. Falls Reparaturen erforderlich werden, sind nur Originalersatzteile zu verwenden. Beschädigte Rotorblätter keinesfalls reparieren, sondern durch neue ersetzen.

Montage des Starteradapters

Der mit der Mechanik gelieferte Starteradapter besteht aus drei Teilen und wird gemäß Abbildung zusammengesetzt: Zunächst Stift 4450.5C durch die Verlängerung 4450.5B stecken, dann Kunststoffadapter 4450.5A so aufschieben, dass der Stift in die Nut des Adapters einrastet.
Zur Befestigung des Starteradapters auf dem Elektrostarter wird von diesem zunächst der Halter für den Gummieinsatz abmontiert. Der Starteradapter wird dann soweit auf die Starterwelle aufgeschoben, dass der Querstift in der Welle in die Nut des Adapters einrastet und mit den beiden Stiftschrauben fixiert.
Sicherstellen, daß der Adapter „rund“ läuft, also keinen Schlag aufweist!



Zum Anlassen des Motor Rotorkopf so drehen, dass der Starteradapter senkrecht in das Lüfterrad eingeführt werden kann. Dabei beachten:

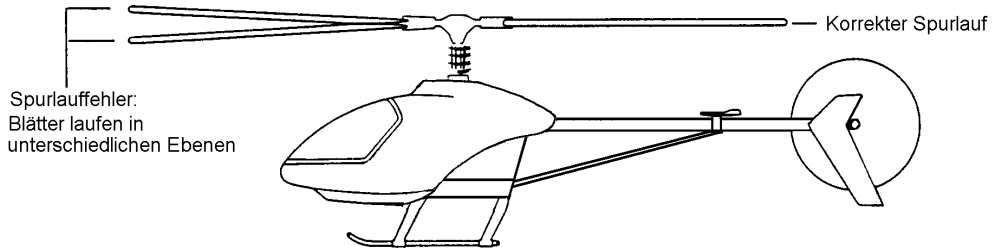
- **Elektrostarter erst dann einschalten, wenn sichergestellt ist, dass die Verzahnungen von Lüfterrad und Adapter richtig ineinander greifen.**
- **Vor dem Abziehen (nachdem der Motor angesprungen ist) Starter ausschalten.**

11. Einstellungen beim Erstflug

11.1 Spurlaufeinstellung

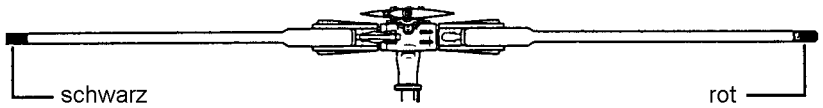
„Spurlaufeinstellung“ beschreibt einen Einstellvorgang, bei dem die Einstellwinkel der Hauptrotorblätter auf genau die gleichen Werte gebracht werden, so dass die Blätter im Betrieb exakt in der selben Ebene laufen.

Ein nicht korrekter Spurlauf, bei dem die Blätter in unterschiedlichen Ebenen laufen, hat starke Vibrationen des Modells im Fluge zur Folge.

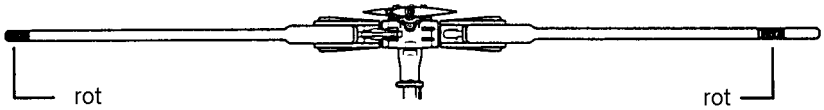


Bei der Spurlaufeinstellung mindestens 5 Meter Sicherheitsabstand zum Modell halten!

Bei der Spurlaufeinstellung muss erkannt werden, welches Blatt höher und welches tiefer läuft. Dazu werden die Blätter mit farbigem Klebeband markiert:



A



B

Hierbei gibt es zwei Möglichkeiten. Abb.“A“ zeigt die Verwendung von unterschiedlichen Farben an den beiden Blättern; in Abb.“B“ wird die gleiche Farbe verwendet, doch wird das Klebeband in unterschiedlichem Abstand vom Blattende angebracht.

Vorgehensweise bei der Spurlaufeinstellung

1. Wenn der Hubschrauber kurz vor dem Abheben ist, genau seitlich in die Rotorebene sehen

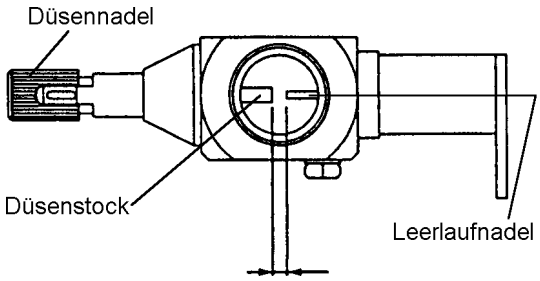
2. Wenn die Rotorblätter in der selben Ebene laufen, ist keine Einstellung erforderlich; wenn jedoch ein Blatt höher als das andere läuft, muß die Einstellung korrigiert werden.

3. Die Einstellung erfolgt durch Verdrehen der Kugelgelenke an beiden Enden der Gestänge zwischen Taumelscheibe und Mischhebeln (4618.150): Gelenke herausdrehen, um das Blatt höher laufen zu lassen, hineindrehen, um es tiefer einzustellen.

11.2 Motor - Einstellhinweise

Für die Motoreinstellung vor allem die dem Motor beiliegende Anleitung beachten!

Die korrekte Abstimmung von Pitch und Gas im Schwebeflug ist von entscheidender Bedeutung für Flugverhalten und -leistung des Modells. Ein zu hoher Anstellwinkel der Rotorblätter beispielsweise führt dazu, dass der Motor nicht die vorgesehene Drehzahl erreicht und irrtümlich als zu schwach eingeschätzt wird, zumal er dabei sehr heiß wird und so zusätzlich an Leistung verliert. Daher zunächst den Schwebeflugpitchwert, wie zuvor beschrieben, exakt einstellen, dann die Motoreinstellung daran anpassen.
Obgleich bei Auslieferung die Vergaser der Motoren meist voreingestellt sind, kann die korrekte Einstellung der Düsennadeln nur im praktischen Betrieb vorgenommen werden. Bei den meist verwendeten Zweinadelvergasern ist als Ausgangseinstellung der Leerlauf- und Teillast-Düsennadel diese so weit hineinzudrehen, daß sie bei halb geschlossenem Vergaser gerade in den gegenüberliegenden Düsenstock eintaucht.



Beispiel eines typischen Zweinadelvergasers

Für den ersten Start die Düsennadel 1 ½ bis 2 Umdrehungen öffnen, die Glühkerze mit dem Glühakku verbinden und den Motor anlassen, indem der Adapter des Elektrostarters in die Verzahnung des Lüfterrades eingeführt und der Starter eingeschaltet wird.

Achtung! Wenn der Motor anspringt, sofort den Elektrostarter aus der Verzahnung des Lüfterrades ziehen. Andernfalls kann das Modell beschädigt werden!

Wenn der Motor läuft, langsam Gas/Pitch erhöhen. Sollte das Modell durch eine zu „fette“ Düsennadeleinstellung nicht abheben, Düsennadel in kleinen Schritten hineindrehen. Für die Motoreinstellung im Schwebeflug die Leerlaufnadel benutzen, die auch für die Teillasteinstellung zuständig ist. Beachten, dass die hiermit vorgenommene Einstellung auch von der Düsennadeleinstellung beeinflußt wird. Leerlaufnadel vorsichtig in kleinen Schritten hineindrehen, bis der Motor im Schwebeflug „rund“ läuft (ohne Aussetzer durch zu fettes Gemisch). Sollte die Drehzahl dann zu niedrig sein, Schwebeflug-Gaseinstellung im Sender erhöhen. Motor mit der Leerlaufnadel keinesfalls zu „mager“ stellen, um die Schwebeflugdrehzahl zu erhöhen.
Die endgültige Düsennadeleinstellung kann nur im Kraftflug bei „Voll Pitch“ erfolgen, daher muß man sich zunächst langsam an die Einstellung „herantasten“.

Im Zweifelsfall eher etwas zu „fett“ einstellen und zunächst auch in einer deutlich fetten Einstellung die ersten Schwebeflüge durchführen.

12. Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

- Eine Haftpflichtversicherung abschließen.
- Nach Möglichkeit Mitglied in einem Modellflugverein und -verband werden.

12.1 Auf dem Flugfeld:

- Mit Modellen keine Zuschauer überfliegen.
- Modelle nicht in der Nähe von Gebäuden oder Fahrzeugen betreiben.
- Mit Modellen keine Landarbeiter im Gelände überfliegen.
- Modelle nicht in der Nähe von Eisenbahnlinien, Hauptverkehrsstraßen oder Freileitungen betreiben.

12.2 Vor und während der Flüge:

- Vor Einschalten des Senders sicherstellen, dass nicht bereits ein anderer Modellflieger die selbe Frequenz benutzt.
- Reichweitentest mit der Fernsteuerung durchführen.
- Prüfen, ob Sender- und Empfängerakku voll geladen sind.
- Bei laufendem Motor darauf achten, nicht mit der Kleidung am Gas-Steuerknüppel hängen zu bleiben.
- Modell nicht außer Sichtweite geraten lassen.
- Auf ausreichende Kraftstoffreserve im Tank achten: Der Tank darf nicht leergeflogen werden.

12.3 Kontrollen nach dem Flugbetrieb

- Das Modell von Ölresten und Schmutz reinigen. Dabei auf festen Sitz aller Schrauben achten, ggf. nachziehen.
- Verschlissene und beschädigte Teile rechtzeitig ersetzen.
- Sicherstellen, dass die Elektronikkomponenten wie Akku, Empfänger, Kreisel usw. noch sicher befestigt sind (Befestigungsgummiringe altern und reißen dann!).
- Empfangsantenne überprüfen. Kabelbrüche im Inneren der Litze sind oft von außen nicht direkt sichtbar!
- Nach Bodenberührung des laufenden Hauptrotors Rotorblätter austauschen, da Brüche im Inneren oft von außen nicht erkennbar sind.
- Modell nicht am Heckausleger tragen: Beim festen Zugreifen wird leicht das Heckrotor-Steuergestänge verbogen.

13. Einige Grundbegriffe des Hubschrauberfliegens

Die Bezeichnung Drehflügler sagt bereits, dass die auftriebserzeugenden Tragflächen sich beim Hubschrauber drehen; daraus ergibt sich unter anderem, dass beim Hubschrauber keine Mindestgeschwindigkeit erforderlich ist, er also in der Luft stehen kann.

13.1 Zyklische Rotorblattverstellung

Die zyklische Blattverstellung dient der Richtungssteuerung um die Quer- und Längsachse. Ein Steuerkommando bewirkt an jedem Umlaufkreispunkt eine andere Blatteinstellung. Die Neigung der Taumelscheibe ergibt bei dem vorliegenden System die Flugrichtung.

13.2 Kollektive Rotorblattverstellung (Pitch)

Sie dient der Steuerung in Richtung der Hochachse, also zum Heben und Senken. Beide Rotorblätter werden gleichzeitig um den gleichen Betrag in ihrer Anstellung verändert.

13.3 Drehmomentausgleich

Der drehende Rotor erzeugt ein Moment, das versucht, den ganzen Hubschrauber in entgegengesetzter Richtung zu drehen. Dies muß genau ausgeglichen werden, was durch Blattverstellung des Heckrotors geschieht. Mit dem Heckrotor wird gleichzeitig die Richtung um die Hochachse gesteuert.

13.4 Schwebeflug

Dies ist der Zustand, in dem der Helikopter, ohne sich nach einer Richtung zu bewegen, an einer Stelle verharrend fliegt.

13.5 Bodeneffekt

Dieser tritt vom Boden aus abnehmend bis in eine Höhe auf, die etwa 1 - 1 1/2 Rotordurchmesser entspricht. Er kommt dadurch zustande, dass der sich drehende, normalerweise frei abfließende Rotorluftstrahl auf ein Hindernis (dem Boden) auftrifft und ein "Luftpolster" bildet. Im Bodeneffekt kann ein Hubschrauber mehr Gewicht hochheben, dagegen nimmt die Lagestabilität ab, so dass er um so mehr nach irgendeiner Seite "ausbrechen" möchte.

13.6 Steigflug

Die überschüssige Kraft, die nicht zum Schwebeflug benötigt wird, kann zum Steigflug ausgenützt werden. Dabei benötigt der senkrechte Steigflug mehr Energie, als der schräge mit Vorwärtsbewegung. Aus diesem Grund ist bei gleicher Motorleistung beim schrägen Steigflug schnelleres Steigen möglich.

13.7 Horizontalflug

Beim Horizontalflug mit etwa halber Höchstgeschwindigkeit benötigt ein Hubschrauber seine geringste Antriebsleistung. Wurde er beim Schwebeflug exakt ausgetrimmt, dann ergibt sich beim Vorwärtsflug eine Kurve. Dies ergibt sich aus folgender Tatsache: Auf der nach vorn drehenden Rotorseite ergibt sich durch die zusätzliche Windanströmgeschwindigkeit ein höherer Auftrieb, als er auf der nach hinten drehenden Rotorseite, wo diese Anströmgeschwindigkeit abgezogen werden muß. Somit ergibt sich eine Seitenneigung des Hubschraubers.

13.8 Sinkflug

Ist die Rotordrehzahl des Hubschraubers relativ gering und erfolgt der senkrechte Abstieg eines Hubschraubers zu schnell, dann strömt nicht mehr genügend Luft durch den Rotor, es bildet sich das sogenannte "Wirbelringstadium" und die Strömung am Blattprofil reißt ab. Dieser unkontrollierte Zustand kann zum Absturz führen. Ein schnelles Sinken ist deshalb nur mit entsprechender Vorwärtsbewegung oder schnell drehendem Rotor möglich. Aus demselben Grund ist beim Wenden des Hubschraubers vom Flug gegen den Wind zum Flug mit dem Wind Vorsicht geboten.

13.9 Schlagbewegung der Rotorblätter

Damit sich die Rotorebene beim Vorwärtsflug nicht so stark neigt, baut man in den Rotorkopf das sogenannte Schlaggelenk ein. Das schneller angeströmte Blatt kann nach oben, das langsamer angeströmte geringfügig nach unten ausweichen, um so den Auftriebsunterschied zu mindern. Bei Modellen hat sich das für beide Blätter gemeinsame Gelenk bewährt.

13.10 Autorotation

Unter Autorotation versteht man den motorlosen Flugzustand, bei dem der Hauptrotor mit negativer Blatteinstellung durch die beim Sinkflug anströmende Luft auf hoher Drehzahl gehalten wird. Die so gespeicherte Drehenergie läßt sich beim Abfangen des Hubschraubers durch Blattverstellung (positiv) in Auftrieb umsetzen. Dies ist natürlich nur einmal möglich. Dadurch ist sowohl ein Original wie auch ein Modellhubschrauber fähig, beim Motorausfall sicher zu landen.

Diese Autorotationslandung stellt jedoch an den Piloten sehr hohe Anforderungen in Bezug auf Schätz- und Reaktionsvermögen; er kann nur einmal den Sinkflug abfangen, und dies darf weder zu früh, noch zu spät erfolgen. Deshalb ist dazu viel Übung erforderlich.

Graupner / heim

UNI-Mechanics

2000

Order No. 4448.LN Mechanics, kit-form, excluding motor

Warning!

The RC helicopter which can be built based on this mechanical system is by no means a toy! It is a complex flying machine which is capable of causing serious personal injury and damage to property if handled and operated incompetently.
You alone are responsible for completing the model correctly and operating it with due regard for safety. Please be sure to read and observe the enclosed sheets SHW3 and SHW7 which include full safety information. They should be considered as an integral part of these instructions.

GRAUPNER GmbH & Co. KG D-73230 KIRCHHEIM/TECK GERMANY
We reserve the right to introduce modifications. E.&O.E. ID# 52054 5/04

Foreword

The Graupner/Heim UNI-mechanics 2000 set is a self-supporting helicopter mechanical aggregate for two-stroke motors of 10 … 15 cc capacity.
In conjunction with a fuselage kit (available separately) the system produces a model helicopter which is equally suitable for training, aerobatics and competition work.
Good accessibility to all components makes maintenance and repair work easy and trouble-free, both at the flying site and in the workshop.
The UNI-Mechanics 2000 can be completed with either a simple cabin and tubular tail boom to form a trainer for beginners and more advanced practice flying, or installed in any of a wide range of beautiful GRP fuselages. In every case the result is a model helicopter whose all-up weight is very low, and therefore possesses considerable reserves of performance. This is the result of the extensive exploitation of high-strength, vibration-absorbing glass fibre reinforced nylon. The excess performance can be utilised by the experienced pilot for power-sapping aerobatics, but it also provides ample reserves for the beginner who finds it difficult to set up his model exactly perfectly. The extra performance also copes effortlessly with additional features such as a training landing gear.

The Graupner/Heim UNI-Mechanics 2000 set offers the following outstanding design features:

- Mechanical construction based primarily on vibration-absorbing, fatigue-free, high-strength glass fibre reinforced nylon.
- Highly efficient two-stage main gearbox with durable, machined Delrin gears.
- Replaceable gears enable the user to adjust the gearbox reduction ratio to suit different sizes of model and main rotor diameter.
- Excellent access to all vital components, making the system easy to repair and maintain.
- Servo installation immediately below the swashplate for rigid, direct, backlash-free control linkages. All mixing is carried out by the transmitter electronics, which results in accurate overall control response.
- High-efficiency cooling fan for the motor.
- „In-line" silencer arrangement in the bottom section of the mechanics keeps the fuselage slim, and is ideal for rear-exhaust motors; the system can also accommodate side-exhaust motors.

Warnings

- **The contents of this kit can be assembled to produce a working model, but the helicopter is by no means a harmless plaything. If assembled incorrectly or handled incompetently or carelessly it can cause serious injury to persons and damage to property.**

- **When the model helicopter's engine is running, the two rotors are spinning at high speed and contain an enormous quantity of rotational energy. Anything and everything that gets into the rotational plane of the rotors is either damaged or destroyed - and that includes parts of your body. Please take extreme care at all times with this machine.**

- **If any object obstructs the rotational plane of the revolving rotors the rotor blades will probably be severely damaged as well as the object. Broken parts may fly off and result in enormous imbalance; the whole helicopter then falls into sympathetic vibration, you lose control and have no way of predicting what the model will do next.**

- **You may also lose control if a problem arises in the radio control system, perhaps as a result of outside interference, component failure or flat or faulty batteries, but in any case the result is the same: the model helicopter's response is entirely unpredictable. Without prior warning it may move off in any direction.**

- **Helicopters have many parts which are naturally subject to wear, including gearbox components, motor, ball-links etc., and as a result it is absolutely essential to check and maintain the model regularly. It is standard practice with full-size aircraft to give the machine a thorough „pre-flight check" before every flight, and this is equally important with your model helicopter. Constant checking gives you the opportunity to detect and correct any faults which may develop before they are serious enough to cause a crash.**

- **The kit also includes two additional information sheets - SHW3 and SHW7- which include safety notes and warnings. Please be sure to read them and keep to our recommendations. They are an essential part of these instructions.**

- **This helicopter is designed to be constructed and operated by adults, although young people of 16 years or more may do so under the instruction and supervision of competent adults.**

- **The model features sharp points and edges which may cause injury.**

- **Flying model aircraft is subject to certain legal restrictions, and these must be observed at all times. For example, you must take out third part insurance, you must obtain permission to use the flying site, and you may have to obtain a licence to use your radio control system (varies from country to country).**

- **It is important to transport your model helicopter (e.g. to the flying site) in such a way that there is no danger of damaging the machine. Particularly vulnerable areas are the rotor head linkages and the tail rotor generally.**

- **Controlling a model helicopter successfully is not easy; you will need persistence and determination to learn the skills, and good hand-eye co-ordination is a pre-condition.**

- **Before you attempt to fly the model you should study the subject of helicopters in depth, so that you have a basic understanding of how the machines work. Read everything you can on the theory of helicopters, and spend as much time as you can watching other model helicopter pilots flying. Talk to chopper pilots, ask their advice, and enrol at a specialist model flying school if you need to. Many model shops will also be prepared to help you.**

- **Please be sure to read right through these instructions before you start work on the model. It is important that you clearly understand each individual stage of assembly and the correct sequence of events before you begin construction.**

- **Don't make modifications to the model's construction by using parts other than those specifically recommended, unless you are certain of the quality and suitability of these other parts for the task.**

- **We have made every effort to point out to you the dangers inherent in operating this model helicopter. Since neither we, the manufacturer, nor the model shop that sold you the kit have any influence on the way you build and operate your model, we are obliged to disclaim any liability in connection with it.**

Liability exclusion / Compensation

As manufacturers, we at GRAUPNER are not in a position to influence the way you assemble your model, nor how you install, operate and maintain the radio control system components. For this reason we are obliged to deny all liability for loss, damage or costs which are incurred due to the incompetent or incorrect use and operation of our products, or which are connected with such operation in any way.
Unless otherwise prescribed by binding law, the obligation of the GRAUPNER company to pay compensation, regardless of the legal argument employed, is limited to the invoice value of that quantity of GRAUPNER products which was immediately and directly involved in the event which caused the damage. This does not apply if GRAUPNER is found to be subject to unlimited liability according to binding legal regulation due to deliberate or gross negligence.

Contents

- Foreword P.2
- Warnings P.3
- Accessories, additional parts required P.6
- 1. Assembling the main mechanics P.7
- 2. Installing the receiving system P.24
- 3. Assembling the main rotor head P.28
- 4. Assembling the tail rotor gearbox P.33
- 5. Installing the bellcrank and control bridge P.34
- 6. Assembling the tail rotor head P.36
- 7. Completing and balancing the rotor blades P.37
- 8. Installing the mechanics in the fuselage P.37
- 9. Setting up P.38
- 10. Pre-flight checks P.41
- 11. Adjustments during the first flight, blade tracking P.42
- Adjusting the motor P.43
- 12. General safety measures P.44
- 13. Basic helicopter terminology P.45

The instructions

We have invested considerable effort in producing these instructions to ensure that you build and fly your new model helicopter safely and without problems. Whether you are a beginner or an expert, please be sure to follow these instructions, step by step, exactly as described in the text.

- Even if you bought a factory-assembled version of the mechanics set it is not set up or adjusted ready to fly. It is entirely the modeller's responsibility to check that all screws and other joints are tight and secure, and to carry out the essential adjustments thoroughly and conscientiously.

- The process of completing the mechanics is carried out by referring to the illustrations and the explanatory texts which accompany them.

- The joints marked with this symbol must be secured with thread-lock fluid, e.g. Order No. 952 resp. Order No. 951; be sure to remove all traces of grease before applying the fluid.

- All bearings, whether plain, ballrace or needle roller, must be lubricated thoroughly. The same applies to all ball-links and gears, even if the instructions do not state this specifically.

- Parts list, replacement parts list and exploded drawings are included at the end of the instructions.

Additional items required: (parts not included in basic mechanics kit)

Recommended motors and accessories for UNI-Mechanics 2000

Motor	Capacity cc	Order No.	Exhaust manifold	Silencer	Tuned pipe silencer
OS MAX 61 RX-HGL »C«	9,95	1892	2239A -	- 2253	2240 or 2250 -
OS MAX 61 SX- HGL »C«	9,97	1890	2238A	2258	2240 or 2250
OS MAX 91 FX / SX- HGL	14,95	1922, 1935	2238A	2258	2240 or 2250

Clutch / ring gear combinations, according to motor and rotor diameter

Motor (examples)	Rotor-Ø approx.	Ratio	Clutch bell	Clutch shoe	Taper collet	Ring gear
OS MAX 61 RX/SX-HGL »C« Order No. **1890, 1892** ...	150 cm	**9:1**	4448.124	4448.79	4448.77	4448.107A
OS MAX 91 FX / SX- HGL Order No. **1922, 1935**	150 cm	**7,7:1**	4448.126A	4448.79A	4448.77	4448.107C
OS MAX 91 FX / SX- HGL Order No. **1922, 1935**	180 cm	**10:1**	4448.122	4448.79A	4448.77	4448.107A
OS MAX 91 FX (modified) Order No. **1816**	150cm	**7,7:1**	4448.126	4448.79A	4448.77A	4448.107C

Main rotor blades, (suitability varies according to fuselage kit used)

Order No. 1246B	GFRP, reflex	688 mm long	Rotor Ø 1551 mm
Order No. 1266	CFRP, symmetrical	686 mm long	Rotor Ø 1547 mm
Order No. 1272	CFRP, reflex	825 mm	Rotor Ø 1825 mm

Glowplug battery, e.g.
2 V glowplug battery, Order No.3694 or 771 (use only with dropping resistor, No.1685 or 1694.)

Fuel: AeroSynth COMPETITION SX-10, Order No. 2811

Starter: Electric starter, Order No. 1628 or 1626 (12 V starter battery, Order No. 2593).

Radio control equipment (see main Graupner catalogue)
We recommend that you use a radio control system equipped with specialist helicopter options or a micro-computer RC system such as the mc-12, mc-14, mc-15, mc-19, mc-22 or mc-24.
The minimum requirement for the RC system is that it has a 3-point swashplate mixer and five servos for the functions pitch-axis, roll, collective pitch, tail rotor and throttle.

RC functions

Swashplate, lateral:	Roll function, right/left
Swashplate, longitudinal:	Pitch-axis function, forward/back
Tail rotor:	Rotation around the vertical (yaw) axis
Throttle and collective pitch:	Climb and descent
Also recommended:	Gyro stabilisation of the tail rotor function
	Electronic regulation of main rotor speed

Servos (we recommend high-performance servos only) such as: C 4421, Order No. 3892

Gyro:
Gyro-System PIEZO 5000, Order No. 5146 with Super-Servo NES-8700G, Order No. 5156 or Gyro-System PIEZO 550, Order No. 5147 or Gyro-System G490T, Order No. 5137

Electronic rotor speed governor: mc-HELI-CONTROL, Order No. 3286

Receiver battery: for safety reasons we recommend that you use a battery of at least 1800 mAh capacity: **POWER switch harness**, Order No. 3050, with 4RC-3000 MH battery, Order No. 2568. We also advise the use of the **NC-AKKU-CONTROLER**, Order No. 3155, so that you can monitor the condition of the receiver battery at all times.

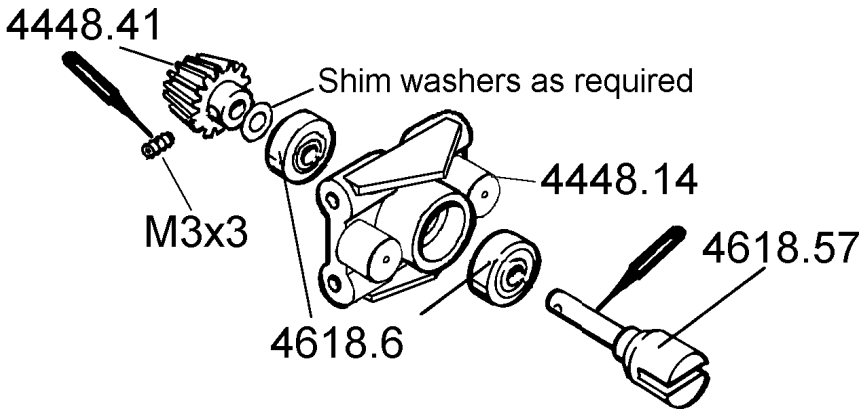
1. Assembling the main mechanics

Most of the components of the UNI-Mechanics 2000 system are moulded in glass fibre reinforced nylon, a composite which offers important advantages over other materials such as aluminium, which are used to build model helicopters. These advantages are low weight combined with high mass constancy, freedom from fatigue effects, low noise, and the ability to absorb motor vibration. Careful design of these mechanical systems gives them the robustness and rigidity required; when a helicopter suffers a „hard landing" it is most helpful to the pilot if the parts either survive undamaged (in which case they can be used again without restriction), or alternatively simply break, so that there is no doubt that they have to be replaced. This construction eliminates the problem of bending or distortion of the chassis, which certainly affects metal mechanics; such damage may even go unnoticed by the owner, but it can easily cause other components to fail prematurely, and has a negative effect on the entire system's efficiency and safety.
Compared with its many advantages, the only drawbacks to nylon construction are the greater (and more cost-intensive) complexity in manufacture, together with the requirement for the owner to assemble the parts carefully and conscientiously, and to adjust and trim parts slightly where necessary. The system then repays you for your care with a long-lasting model and low rates of wear.

Shafts, bearings, fits

Virtually all the rotating parts of the mechanical system are ballraced. Where ballraces are used it is very important that the shaft is a tight fit in the inner ring of the bearing, otherwise there is a danger that it will rotate within the ring. This causes the inner ring to heat up (a blue or yellow discoloration betrays this), and the bearing is damaged and has to be replaced. In an extreme case the bearing may become so hot that it melts the nylon bearing seat, and the shaft then loses its correct position relative to other components. If this should occur, it is tempting to claim that the bearing seat material is at fault, but the actual problem is the incorrect shaft/bearing fit. If a bearing fit is too loose, another possible consequence is that the inner ring causes wear on the shaft, and the resultant local reduction in shaft diameter causes a change in meshing clearance in any gears mounted on the shaft, i.e. the gears wear rapidly and eventually fail altogether.
In order to avoid the problems described above, the fits between shafts and ballraces are maintained on the close side of normal in the Graupner/Heim system. If the manufacturing tolerances in the bearing and shaft should be unfavourable, you may occasionally find that the fit is too close, i.e. the bearing cannot be pushed onto the shaft. In this case the shaft must be reduced in diameter by rubbing with fine abrasive paper (600 - 1200 grit) until the bearing can be pushed into position using no more than moderate force.
At the other extreme, if the combined manufacturing tolerances produce too loose a fit - as may also occur occasionally - the solution is to glue the bearing to the shaft using LOCTITE bearing retainer fluid 603, which fixes the parts together reliably. When you use this material, please note that the cure time of the fluid varies with the closeness of the fit: the closer the fit, the faster the cure. Under certain circumstances you may only have a few seconds to locate the bearing correctly on the shaft before it is fixed immovably.
If a shaft is supported in multiple bearings, it is important to prevent axial stress due to incorrect positioning relative to each other. One way to avoid this is to position both bearings on the shaft really accurately; an alternative is to use a combination of fixed and sliding fits: one bearing is a press-fit on the shaft (or is glued in place), and the other bearing is a sliding fit, i.e. it can be shifted axially on the shaft using moderate force. In the latter case the second bearing takes up the optimum position automatically once installed.
The problem of shafts wearing inside bearings is affected by two factors: the smaller the shaft diameter and the higher the rotational speed, the greater the danger. The problem of stress between bearings is affected by the difference in internal and external diameter of the bearings: the smaller the difference, the greater the danger. Bearing fits are important, and if you wish to produce a helicopter which is as safe and reliable as possible, all these factors have to be taken into account in every individual case. For this reason the building instructions state in every case when the bearings must be secured using thread-lock fluid or bearing retainer fluid.

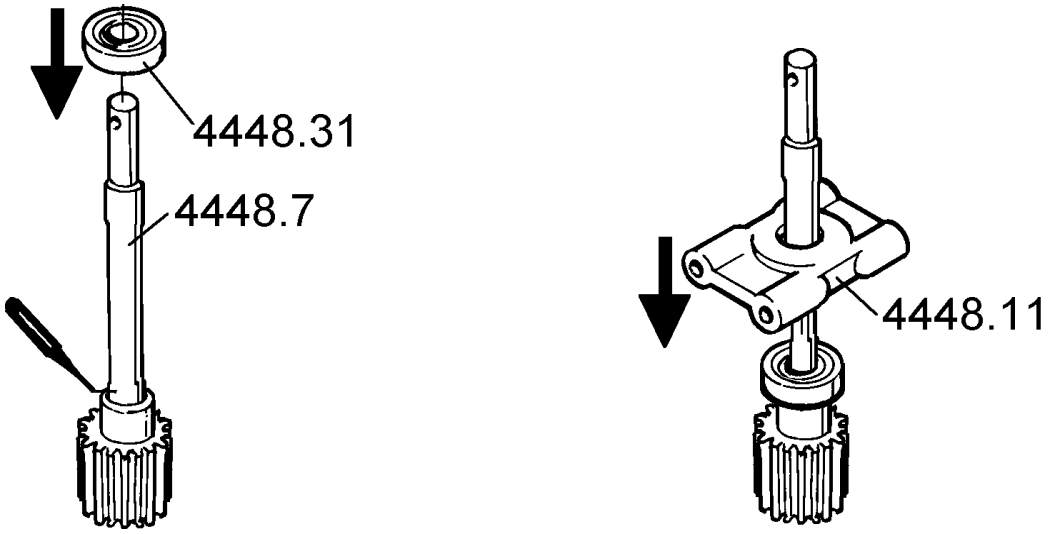
1.1 Assembling the tail rotor drive unit *(bag U2-1A)*



There must be absolutely zero axial play in the shaft of the quick-release coupling 4618.57 within the bearings 4618.6. If the shaft is not a sufficiently tight fit in the bearings, glue it to the inner rings using bearing retainer fluid 603, Order No. 951. This is the procedure: apply bearing retainer fluid 603 to the inside face of the rear bearing, and press it onto the shaft until it rests against the coupling yoke. Wait until the adhesive has hardened - this may take anything from 20 seconds to 30 minutes depending on the closeness of the fit. Push this assembly fully into the bearing holder 4448.14 (until it stops), then apply bearing retainer fluid 603 to the front bearing, push it onto the shaft in one movement, and press it into the bearing holder as far as it will go. Now check immediately (before the adhesive sets) that the shaft still rotates freely; you may find that axial stress has caused the bearings to become stiff. If so, tap lightly (e.g. using a screwdriver handle) on the end of the shaft in the axial direction or (more strongly) on the bearing holder until the bearings revolve freely, then leave the bearing retainer fluid to cure.
Fit a shim washer and the pinion 4448.41 on the front end of the shaft, press it against the front bearing and secure it in this position with the grubscrew: apply a drop of thread-lock fluid (Order No. 952) in the threaded hole and tighten the grubscrew, checking that it engages fully on the ground flat section of the shaft. Rotate the pinion to and fro on the shaft until you find the optimum position for the grubscrew, then tighten it fully.

1.2 Assembling the layshaft *(bag U2-1B)*

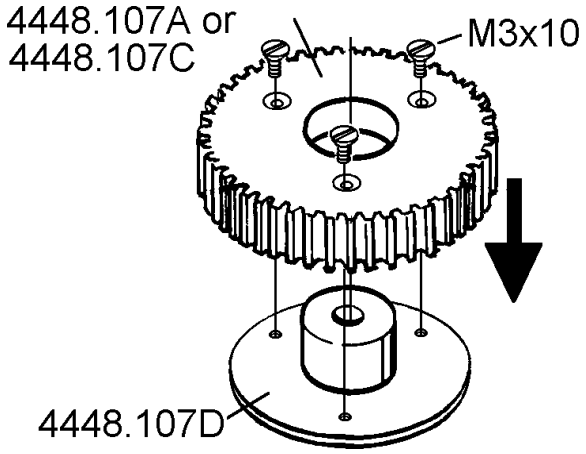
Fix the bottom layshaft bearing 4448.31 on the shaft 4448.7 using bearing retainer 603, Order No. 951. Position it resting against the pinion, then allow the adhesive to cure. Press the shaft and bearings into the bottom bearing holder 4448.11.



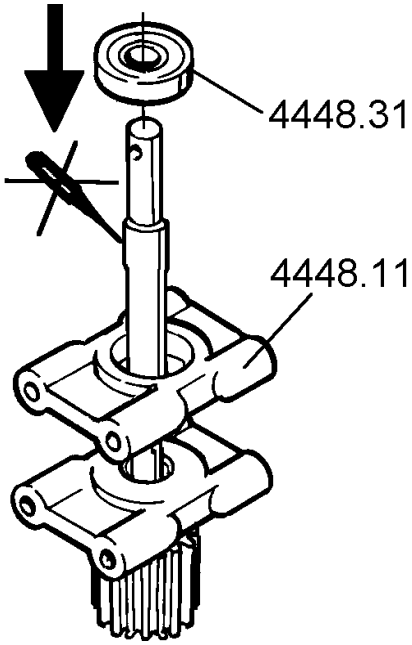
The UNI-Mechanics 2000 system is designed to accept a wide range of motors, and to make this possible different gears can be fitted in the first stage (see also the table on page 6):

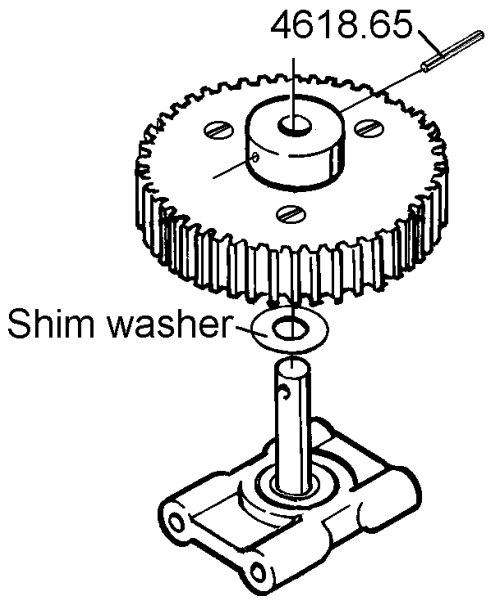
- For normal-sized models with a rotor diameter around 150 cm and a powerful 10 cc two-stroke motor, a ratio of 9:1 is used. This is achieved by fitting a 24-tooth pinion on the clutch bell, and a spur gear with 54 teeth.
- For 15 cc two-strokes with rotor diameters of 180 cm or more, we recommend a reduction ratio of 10:1. This is achieved with a 22-tooth clutch pinion and a spur gear with 54 teeth.
- For 15 cc two-stroke motors and rotor diameters of around 150 cm we suggest the ratio of 7.7:1 in the interests of optimum noise reduction. This is obtained by fitting a 26-tooth clutch pinion and a 50-tooth spur gear.

Once you have selected the appropriate reduction ratio, you will need to fit either the ring gear 4448.107A (54 teeth) or 4448.107C (50 teeth) on the gear flange 4448.107D. In either case the gear is secured using three M3 x 10 countersunk screws. Tighten the screws fully, but not so hard that they distort the ring gear, as it may then wobble when rotating.

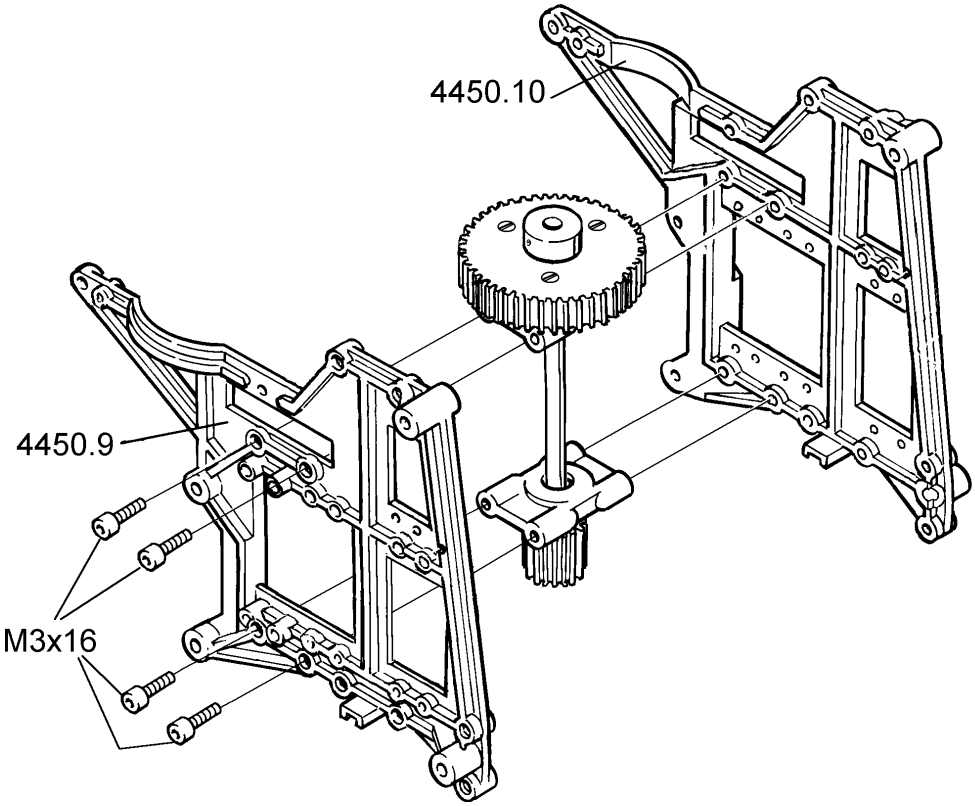


First slip the top bearing holder 4448.11 loosely on the shaft (note correct orientation: the bearing recess in this bearing holder faces up), then fit the top bearing 4448.31, followed by one shim washer and the ring gear you have just prepared. Line up the cross-holes in the shaft and the gear flange, and carefully press the roll-pin 4618.65 through both components, but only to the point where the pin engages in the shaft, so that you can still withdraw it if necessary.





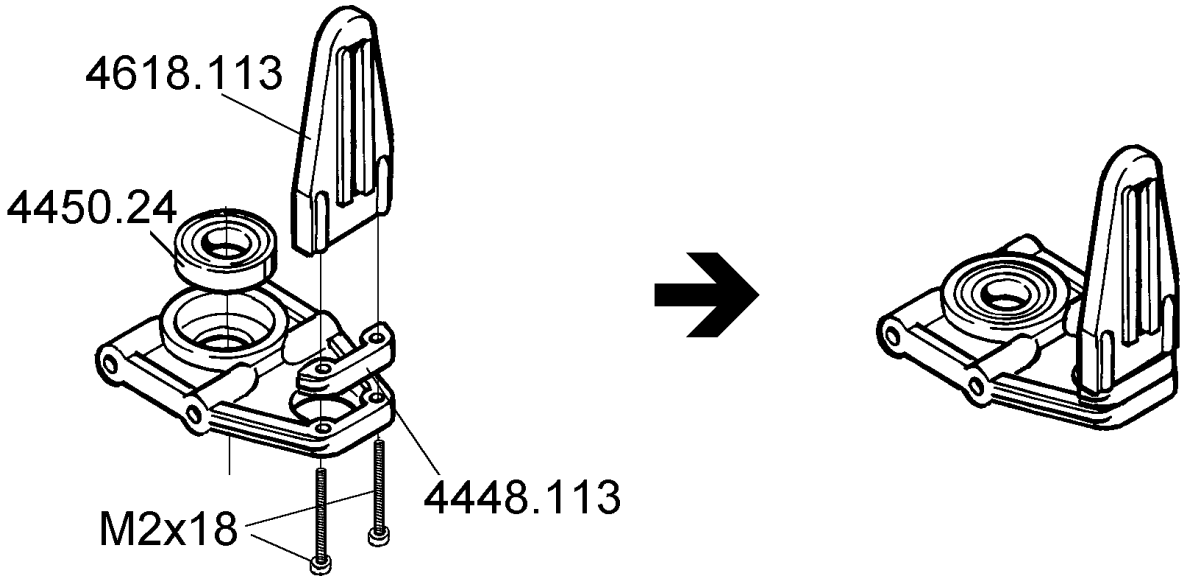
Now press the top bearing 4448.31 into the bearing holder 4448.11, and slide this assembly up against the shim washer below the freewheel sleeve. Now take the prepared layshaft assembly and place it between the mechanics side frames 4450.9 and 4450.10, so that you can check that the top bearing rests against the gear flange via the shim washer when the system is assembled. If there is a gap, you must fit additional shim washers to compensate, but don't fit so many shim washers that the bearings are under strain!



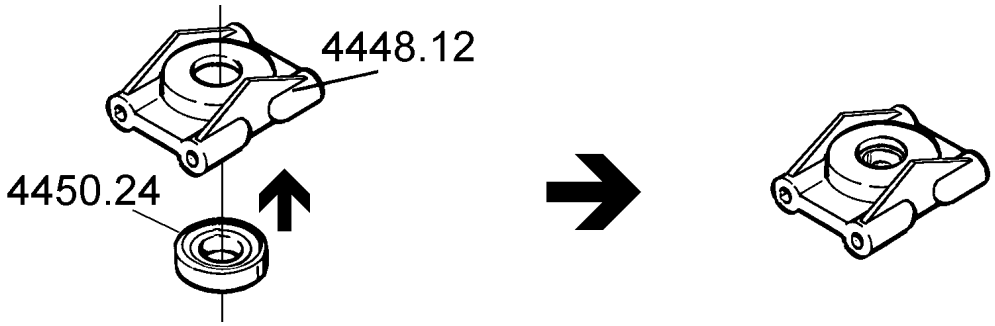
Once the spacing is set correctly, press the roll-pin into the gear flange completely and permanently; check that the shaft rotates freely in the bearings, and tap lightly on the ends of the shaft if necessary to help the bearings seat automatically.

1.3 Preparing the main rotor shaft bearing system *(bag U2-1C)*

Fix the swashplate guide 4618.113 and the spacer 4448.113 to the dome bearing holder 4448.8 using two M2 x 18 cheesehead screws. Press a ballrace 4450.24 into the underside of the dome bearing holder 4448.12. Grease the bearing.

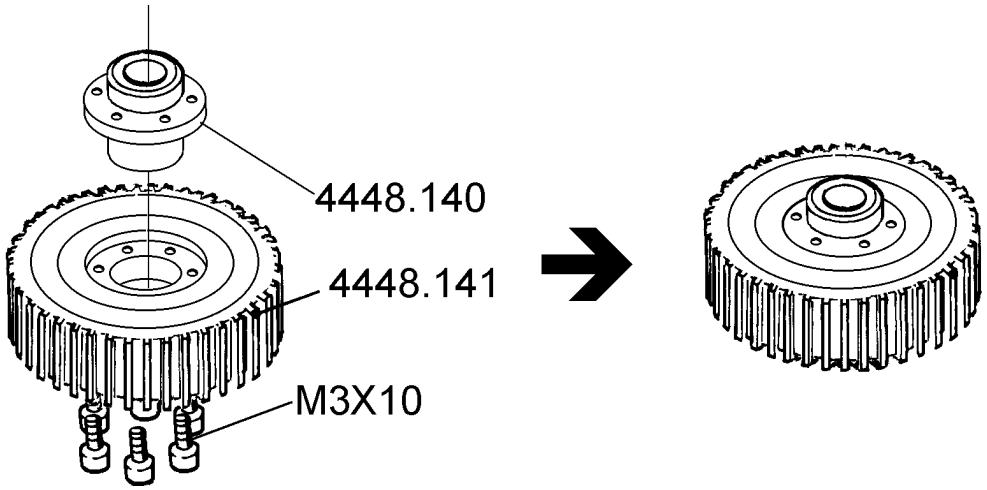


Press a ballrace 4450.24 into the underside of the bottom main rotor shaft bearing holder 4448.12.

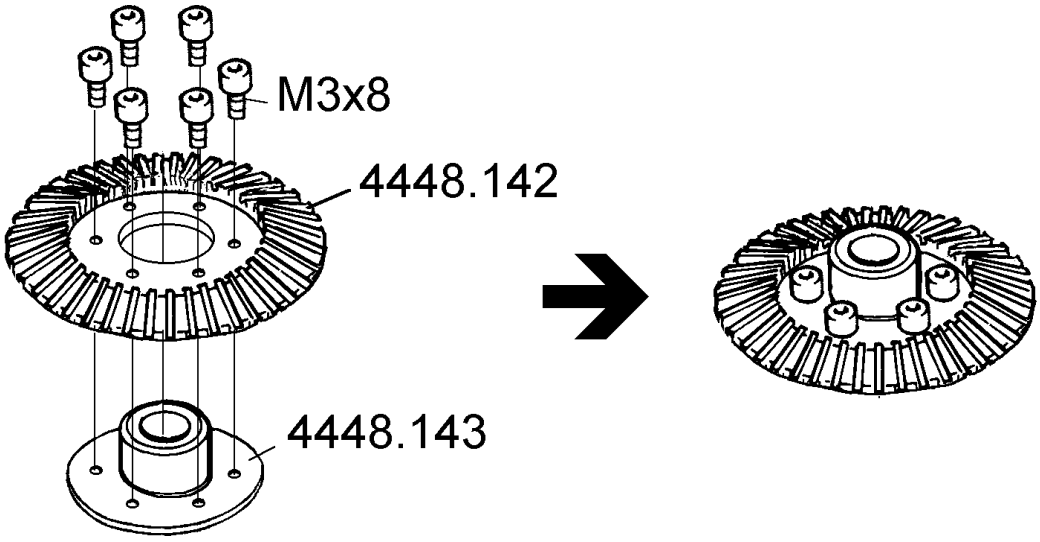


1.4 Preparing the main gear *(bag U2-1D)*

Fit the longer flange of the freewheel hub 4448.140 into the spur gear 4448.141, and fit the six M3 x 10 socket-head cap screws from the underside to secure it. Tighten the screws carefully, working alternately and diagonally, to avoid stressing the gear.

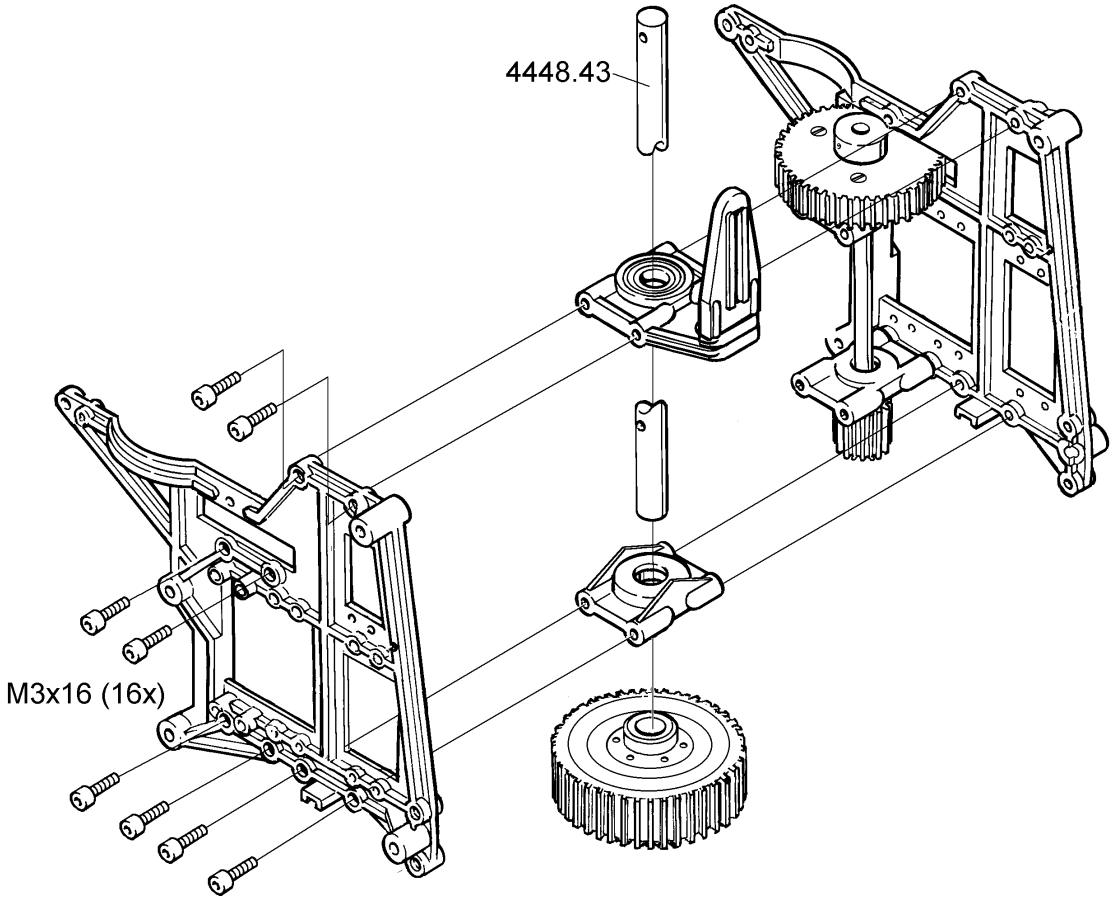


Fit the crown gear 4448.142 on top of the crown gear flange 4448.143, and secure it with six M3 x 8 socket-head cap screws as shown. Here again, tighten the screws fully, working alternately and diagonally.



1.5 Assembling the main gearbox

Fit the main rotor shaft bearing holder and the dome bearing holder between the mechanics side frames 4450.9 and 4450.10, and secure them using M3 x 16 socket-head cap screws as shown. Temporarily fit the main rotor shaft 4448.43 through both bearings, so that you can install the previously prepared spur gear and freewheel at the bottom, and engage it with the pinion on the layshaft, which is already installed.



Now check and adjust the meshing clearance of the spur gear and pinion. This is important, as this setting defines the maximum load capacity, durability and longevity of the mechanical system. It is very important to make this adjustment as carefully and as accurately as you can. The first step is to set up the gears without any play at all (i.e. the gears hard up against each other). The meshing clearance between the spur gear and the layshaft pinion can then be adjusted by loosening the M3 x 16 socket-head cap screws slightly in the bearing holders, winding a piece of thick writing paper in between them, and finally re-tightening the screws.

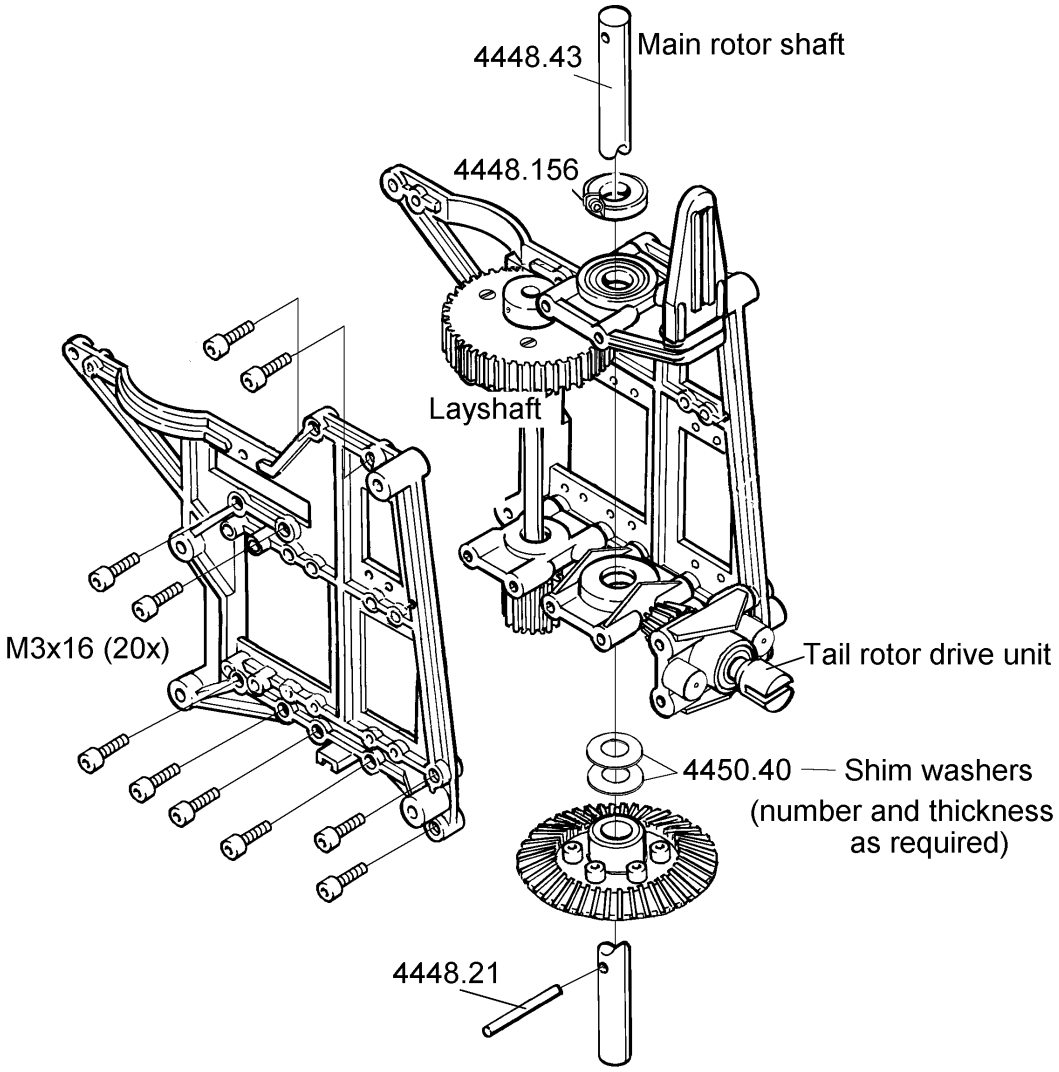
Note: *the correct meshing of these two gears depends on several factors, and one of them is manufacturing tolerances in the bearing holders; i.e. a possible non-central location of the brass inserts to which the side frames are attached.*

If there is substantial meshing clearance evident when you first assemble the system, then your first step should be to remove the bottom main rotor shaft bearing holder, rotate it horizontally through 180º and install it again.

- If the gears are now hard up against each other, you can adjust the play as described above.
- If the meshing clearance is reduced when you do this, but does not disappear completely, then you also need to rotate the bottom layshaft bearing holder through 180º and re-install it. This second change must eliminate any play, and you can now make the adjustment as described above.
- If the amount of play is increased when you do this, then you should reverse the procedure, and install the bearing holder in its original position. In this case rotating the bottom bearing holder eliminates the play in the layshaft, which can then be adjusted as described above.

Fit the tail rotor drive unit (prepared in Stage 1.1) between the side frames and secure it using

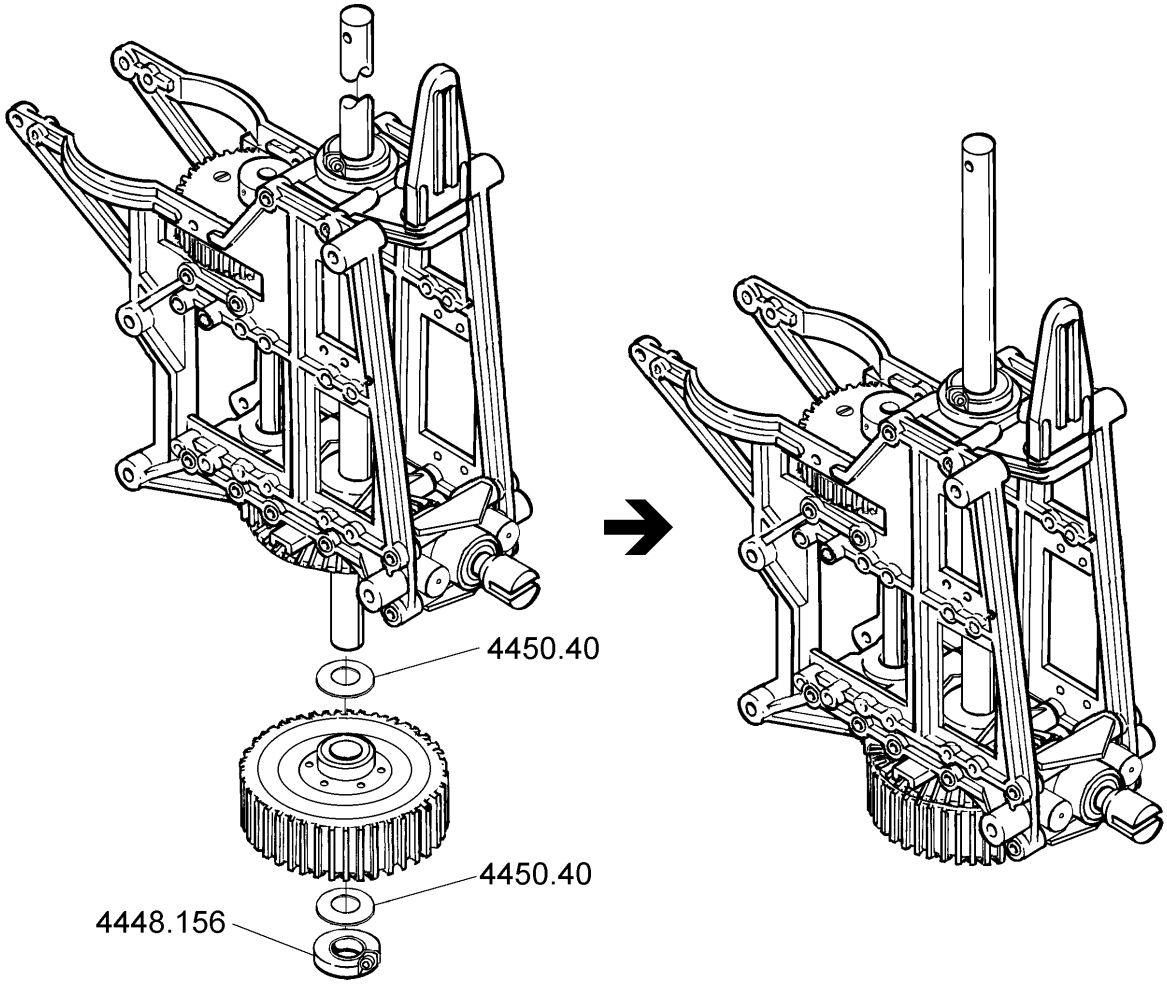
M3 x 16 screws as shown.
Locate the end of the main rotor shaft 4448.43 which has a cross-hole positioned about 26 mm from it, and fit that end of the shaft through both bearing holders from above, and then fit two or three shim washers on the end followed by the crown gear; you should now be able to push the pin 4448.21 through the cross-hole below the flange.
***Note**: as the outer edge of the crown gear engages behind the layshaft pinion, the best way to install it is as follows: first leave the main shaft projecting from the bottom bearing just far enough to enable you to fit the shim washers onto it. Now swivel the ring gear into place behind the pinion and slip it onto the end of the main rotor shaft. The main shaft can then be pushed right through.*



Now pull the main rotor shaft upward, so that the cross-pin engages fully in the channel in the underside of the crown gear flange. The crown gear now rests on the bottom rotor shaft bearing via the shim washers, and engages with the pinion 4448.41 on the tail rotor drive unit. Fit the annular clamp 4448.156 on the top end of the main rotor shaft and slide it down until it rests against the top rotor shaft bearing; there should be absolutely no axial play in the shaft between the bearings. Now check that the tail rotor drive unit runs correctly: the pinion 4448.41 should mesh smoothly with the crown gear, without any detectable play, but equally without any tendency to jam or bind at any point. If the system is stiff, you need to fit additional shim washers between the crown gear flange and the bottom bearing; if there is any detectable play, remove shim washers to eliminate it.

It is important to carry out this adjustment very carefully, as the durability and longevity of the tail rotor drive system depend upon it.

The main rotor shaft now projects from the crown gear flange at the bottom. Fit the following parts on the projecting end in this order: one shim washer 4450.40, the spur gear unit and freewheel (engage the spur gear with the layshaft pinion as you do this), a further shim washer 4450.40 and the annular clamp 4448.156 (with the support flange facing up). Apply a little grease between the shim washers and the freewheel hub at top and bottom. Slide the annular clamp up the shaft and position it so that the spur gear on the freewheel is free to rotate on the shaft, but without any detectable play in the assembly on the main rotor shaft. Tighten the annular clamp.
The gearbox should now revolve freely, without binding or jamming at any point; if this is not the case, you need to make further adjustments as described above.

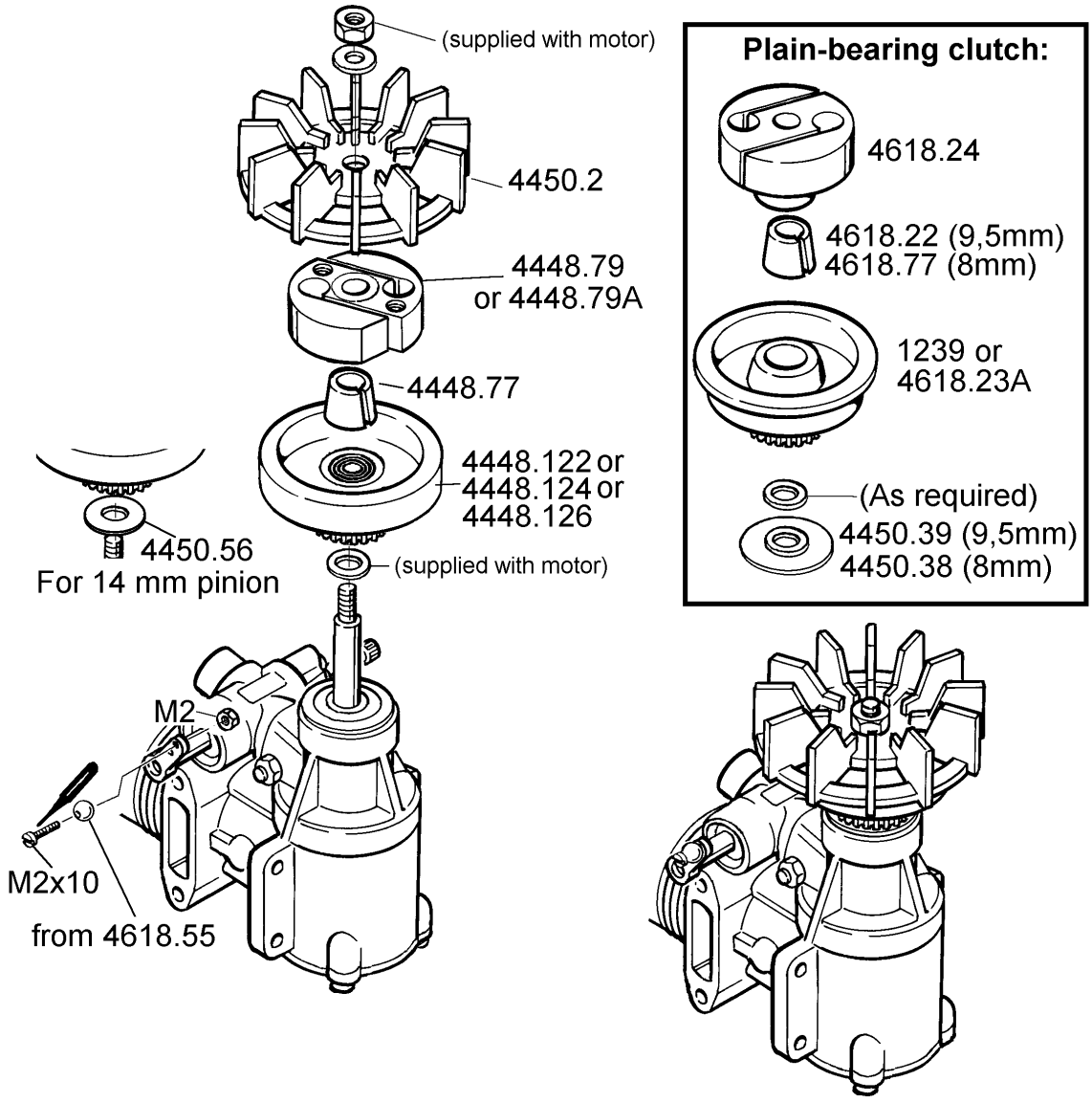


1.6 Installing the motor *(bag U2-2)*

1.6.1 Preparing the motor

This mechanical system is designed for a motor with a long ground Graupner / Heim crankshaft (8 mm Ø). Other motors can be fitted at your discretion, but you will need to use the optional plain-bearing clutch which is available separately.
Select the appropriate clutch bell and pinion to suit your motor and the reduction ratio you intend to use (see table, page 6). If you are using an existing clutch bell (conversion project, new motor) you must first ensure that the clutch bell is fitted with the correct pinion; if necessary fit the appropriate replacement pinion. Note that the pinions used with our ballraced metal clutch bells feature a left-hand thread.
To replace the pinion, unscrew the existing unit clockwise, and screw the replacement into the bell anti-clockwise after applying a little thread-lock fluid. It is important that the spacer sleeve between the two ballraces is the correct length. If you wish to use the existing ballrace, first push it out of the pinion by pressing on the **outer ring** using a suitable mandrel. To replace the

bearing you must use two flat-ended mandrels, so that you can distribute the pressure evenly over the outer and inner rings of the two ballraces, in order to avoid stressing the bearings. There is a danger of damaging the bearings when tightening the crankshaft nut, but you can avoid this by tightening the pinion only moderately hard at first, before pressing the bearing into place. When the clutch is fitted on the crankshaft (see following section), apply thread-lock fluid to the threads, press the inner bearing rings firmly against each other, and rotate the pinion slightly in the threads to adjust the position of the outer bearing rings until the bearings rotate freely in their installed state.
Note that different centrifugal clutches are required for different motors: the standard centrifugal element 4448.79 is partly machined away internally, and features slightly shorter clutch shoes than the non-relieved centrifugal element 4448.79A, which is used for lower-revving motors (15 cc two-strokes).
Remove the nut from the crankshaft (leaving the thrust washer supplied with the motor in place), then fit the following parts on the crankshaft in this order: clutch bell, split taper collet 4448.77, clutch element 4448.79 or 4448.79A and cooling fan 4450.2; now fit the crankshaft nut and tighten it fully. Attach a linkage ball to the outermost hole in the carburettor arm using an M2 x 10 screw and nut.



Notes:
Two types of pinion are used in the metal clutch bells of the UNI-Mechanics 2000, and they differ in height: the current version is 10 mm high, whereas the older version is 14 mm high. If your pinion is the 14 mm version, use the (thinner) washer 4450.56 instead of the thrust washer supplied with the motor, and swap over the right and left motor mounts.

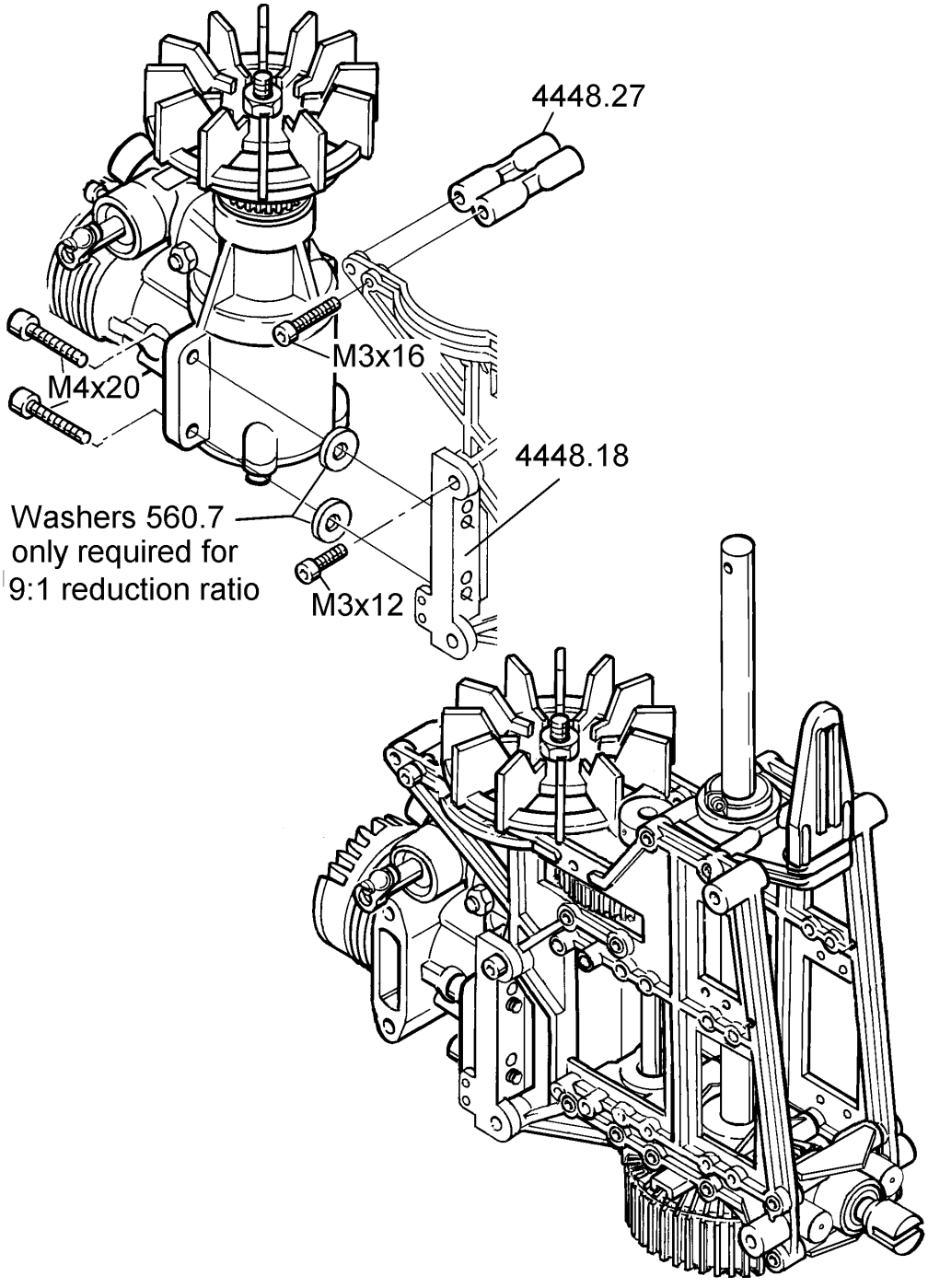
The motor's power is transmitted from the crankshaft to the clutch entirely by means of the pressure exerted by the split taper collet on the ground crankshaft, and by the tapered socket on the clutch. For this reason it makes sense to fit the clutch first, without the fan, and tighten it really firmly; you will need to use a suitable tool to hold the clutch securely.
When fitting the clutch bell on the crankshaft it is essential that the shaft should not be pushed back in its bearings!
Once the clutch is tightened correctly, you will not be able to remove it, even after removing the crankshaft nut, unless you use a puller tool (Order No. 4448.26),
In fact, the crankshaft nut does not contribute significantly to the power transmission system; its primary purpose is to secure the cooling fan. For this reason you don't need to worry if the crankshaft nut can only be fitted half-way onto the threads, for example, if you use the hexagon starter cone (Order No. 4448.103) in conjunction with the earlier type of taller clutch pinion: this is still sufficient to secure the fan and starter cone safely. If you use the hexagon starter adaptor you may find that the fan eventually starts to foul the fan housing at the bottom; if this should happen, fit a suitable washer between the clutch and the cooling fan.

Summary of motors / clutches / gears

Motor	Reduction ratio	Clutch bell	Replacement pinion	Taper collet	Centrifugal element	Spur gear
OS MAX 61 SX/RX-HGL"C" Order No. 1890 / 1892	9:1	4448.124	4448.224	4448.77	4448.79	4448.107
OS MAX 61 LX / SF / RF Order No. 1919	10:1	4448.122	4448.222	4448.77	4448.79	4448.107
OS MAX 91 FX Order No. 1816	7,7:1	4448.126	4448.226	4448.77A	4448.79A	4448.107B
OS MAX 91 FX / SX-HGL Order No. 1922, 1935	7,7:1	4448.126A	4448.226A	4448.77	4448.79A	4448.107B
OS MAX 91 FX / SX-HGL Order No. 1922, 1935	10:1	4448.122	4448.222	4448.77	4448.79A	4448.107
Motor without HEIM crankshaft	9:1	1239	-	4618.77 od. 4618.22	4618.24	4448.107
Motor without HEIM crankshaft	10:1	4618.23A	-	4618.77 od. 4618.22	4618.24	4448.107

1.6.3 Installing the prepared motor

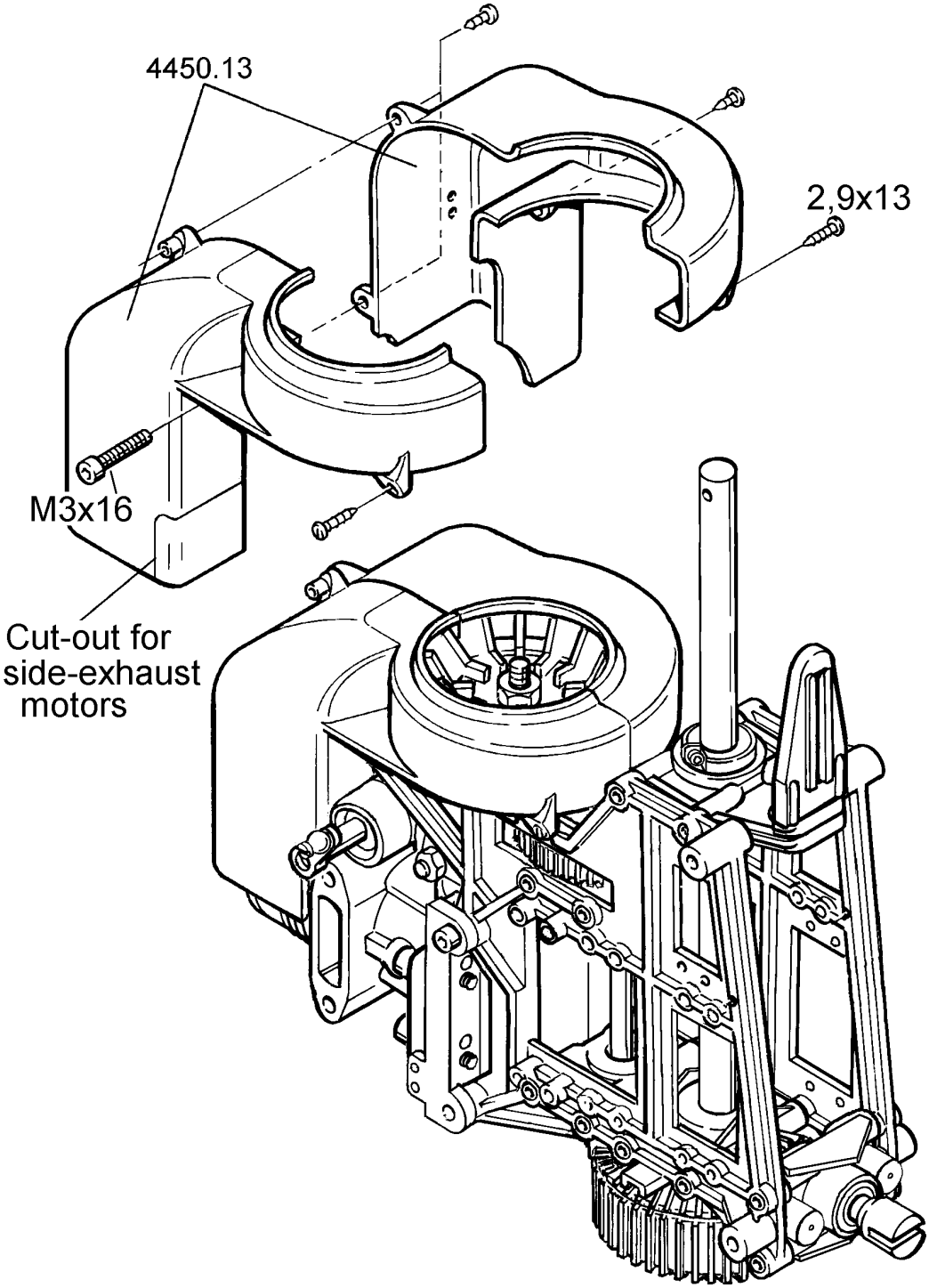
Fix the motor mounts 4448.18 to the motor using four M4 x 20 screws. If you are using the 9:1 reduction ratio, fit the washers 560.7 (9/4.3 x 0.8) between the motor mounting lugs and the motor mounts. Fit this assembly into the mechanics from the front (you will need to swivel it round slightly) and secure it using the stated sizes of socket-head cap screws. Fit the cross-piece 4448.27 using M3 x 16 screws as shown.



Check that the universal motor mounts 4448.18 are installed correctly:

- If you are using a metal clutch bell with a 14 mm pinion, the lower threaded holes in the motor mounts must be **16 mm** from the **bottom edge** of the motor mounts; if that is not the case, swap over the right and left motor mounts.
- If you are using a metal clutch bell with a 10 mm pinion, or a plastic clutch bell (plain-bearing clutch), the lower threaded holes in the motor mounts must be **19 mm** from the **bottom edge** of the motor mounts; if that is not the case, the right and left motor mounts must again be swapped over.

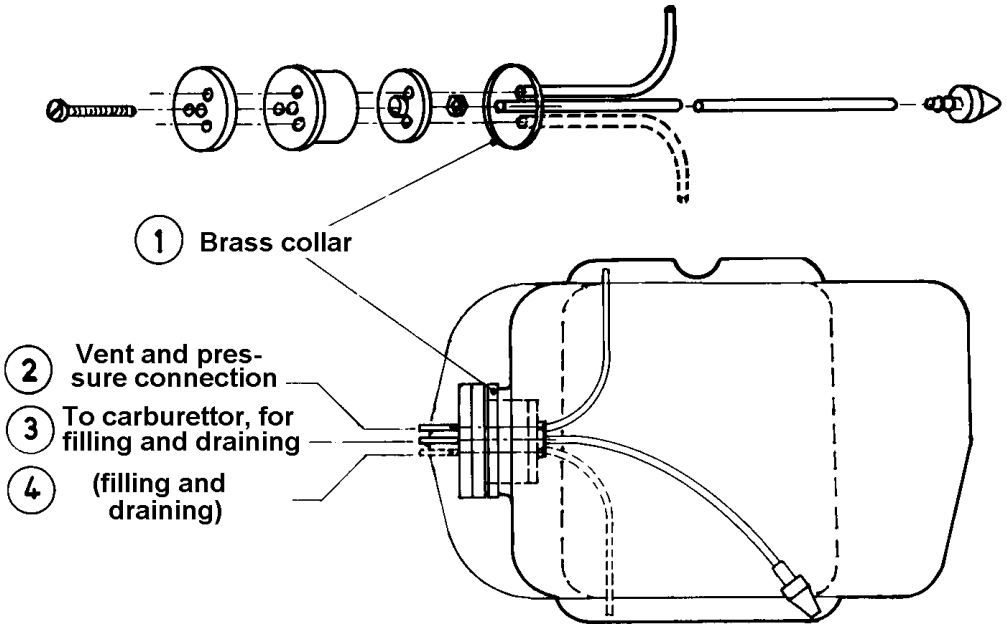
1.6.4 Installing the cooling fan housing *(bag U2-3)*



You may need to enlarge the carburettor opening in the fan housing, depending on the carburettor you are using.
If you have installed a **side-exhaust** two-stroke motor, you will need to cut an opening in the left-hand side to provide clearance for the exhaust manifold (see illustration); use a fretsaw for this.
Slide the fan housing over the motor and fix it to the mechanics with two 2.9 x 13 self-tapping screws at the rear, and two M3 x 16 socket-head cap screws at the front.

1.6.5 Fueltank *(bag U2-6)*

The shape of the fueltank has been designed specifically to suit the helicopter mechanics; the bung should be on the right-hand side. Bend the metal tube (or tubes) to the shape shown in the drawing. The tube ends must be located right at the top and right at the bottom of the tank. Check that the clunk weight is completely free to move, and that it always falls to the bottom when you swivel the tank by hand. Push the brass collar over the neck of the tank; it ensures that the neck cannot burst when the screw is tightened and the rubber bung is compressed.
The fueltank is assembled as shown in the exploded drawing. The rubber bung features a hole for the retaining screw, plus two through-holes for the brass tubes, and a third „blind" hole (for other optional purposes). The third hole can easily be continued through the bung if you wish. Assemble the fueltank, then tighten the central screw firmly to expand the rubber and seal all the joints.
The tube running to the top of the tank (the vent) should be used as the pressure line, and for this purpose it is connected to the pressure take-off nipple on the silencer. If you prefer to use only one tube (the top one) in addition to the clunk feed line, then you must disconnect the fuel line between the clunk weight and the carburettor for filling and draining the tank. You can avoid this awkward procedure by installing a two-way filler valve, Order No. 1657, in the appropriate hole in the switch console, and loop it into the fuel line from the fueltank to the carburettor; if you don't fit this valve, you will have to pull the feed line off the carburettor every time you refill the tank.
Make up the fuel line to the motor using fuel tubing and a fuel filter; note that the connection to the carburettor should be as short as possible.

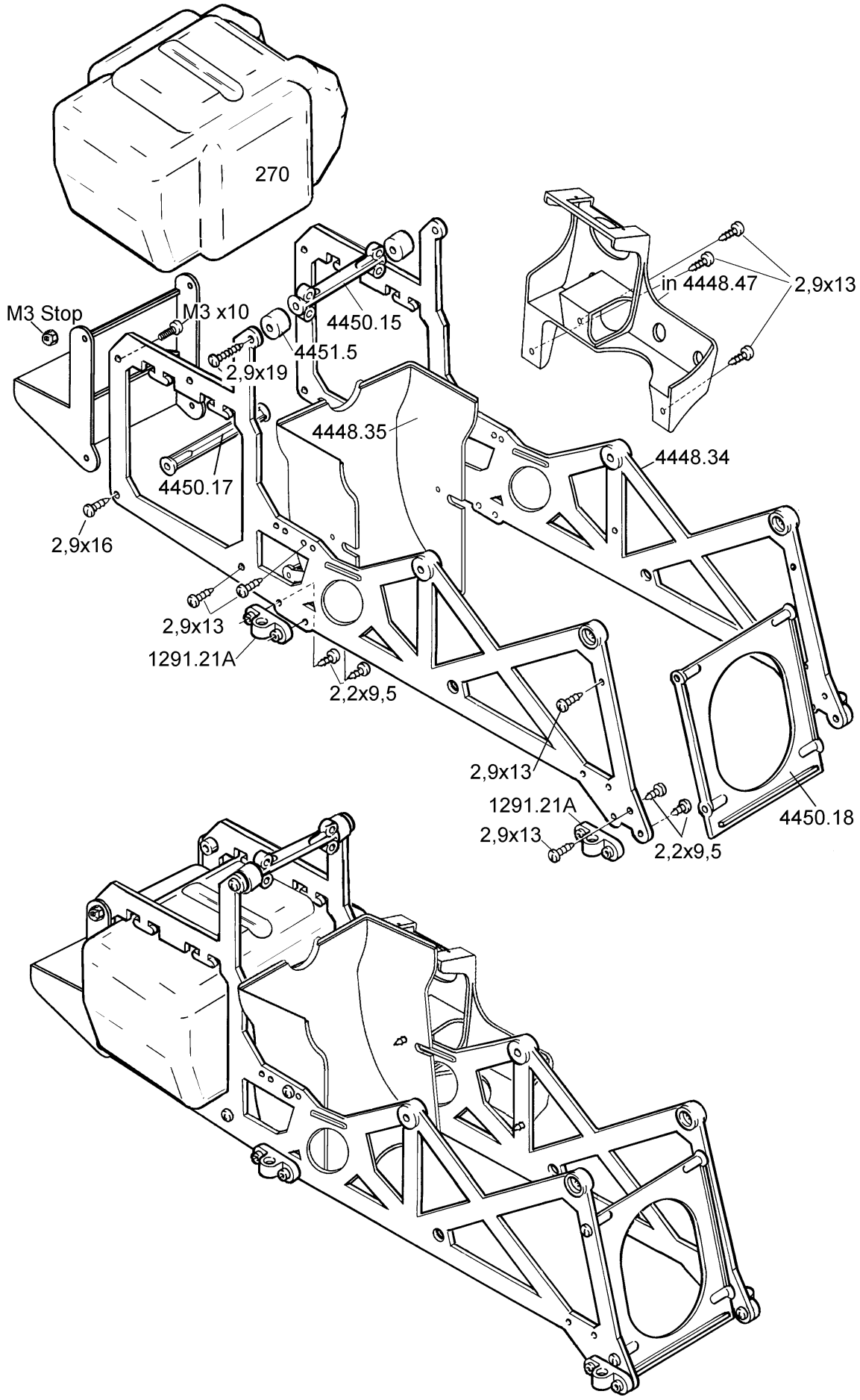


1.7 Assembling the chassis sub-structure *(bag U2-4)*

Assemble the chassis sub-structure from the components shown in the illustration, using the stated sizes of screws.

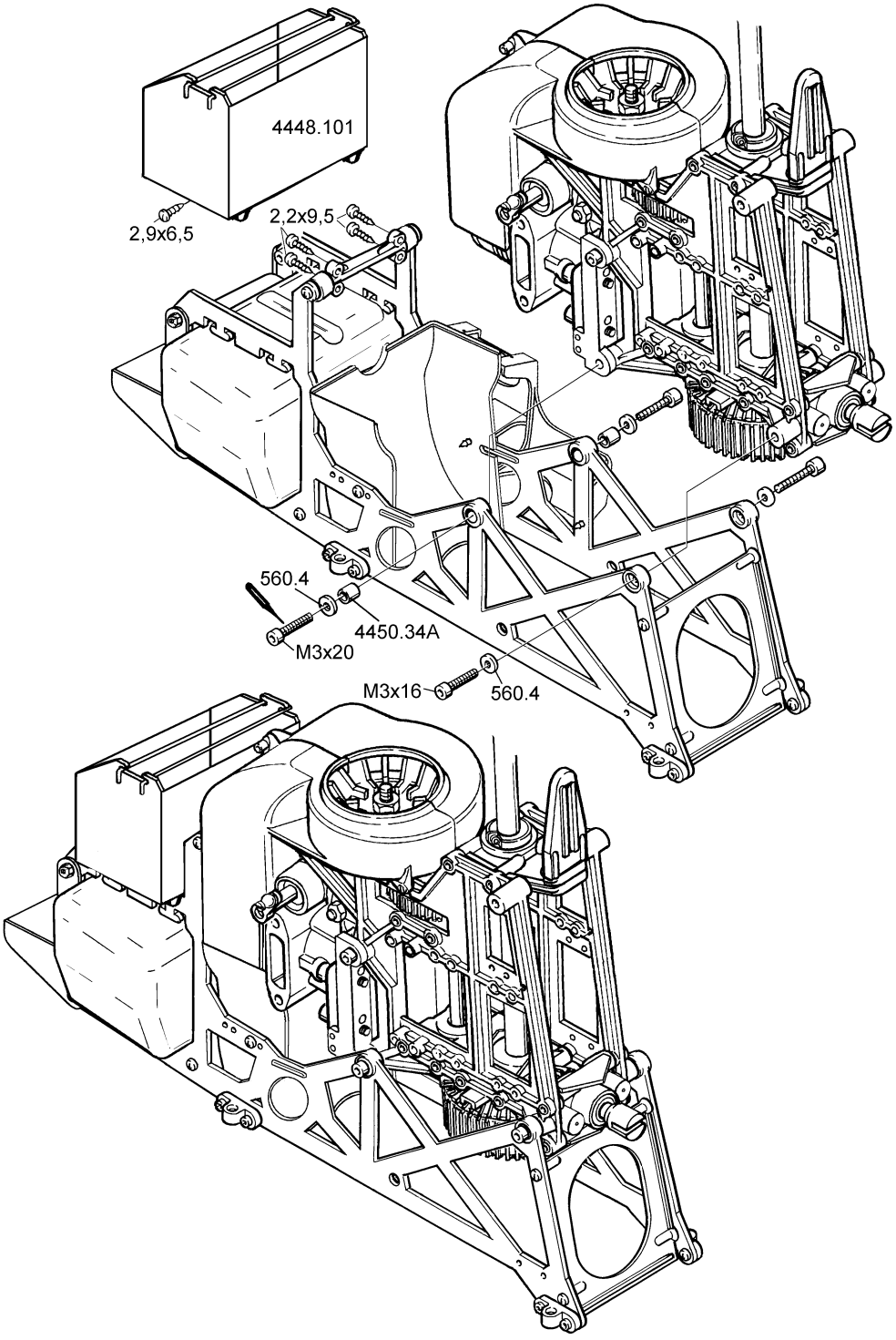
Note:
Remove all rough edges from the side frames 4448.34 where they contact the fueltank.

If you are using a clutch bell with a 14 mm pinion, you will need to enlarge the glowplug access opening in the air duct 4448.35 in such a way that the plug can easily be screwed in and out. Check this by holding the air duct against the bottom edge of the fan housing (already installed) before fitting it permanently.


270
M3 Stop
M3 x10
4450.15
4451.5
2,9x19
in 4448.47
2,9x13
4448.35
4448.34
4450.17
2,9x16
2,9x13
1291.21A
2,2x9,5
2,9x13
1291.21A
2,9x13
2,2x9,5
4450.18

1.8 Attaching the mechanics to the sub-structure *(bag U2-5)*

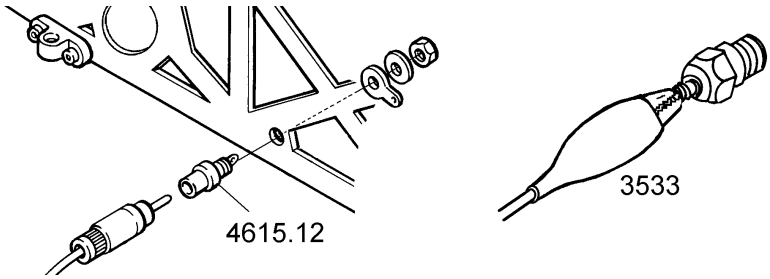
Place the main gearbox (from Stage 1.6) between the sub-structure side frames, engage the round shoulders in the sockets, and fit the M3 x 16 socket-head cap screws and washers to hold the parts together. At the front the mechanical aggregate is secured using M3 x 20 socket-head cap screws as shown in the illustration. Drill 1.5 mm Ø pilot-holes in the fan housing, and fix the front structure adaptor 4450.15 to the fan using 2.2 x 9.5 self-tapping screws. Attach the RC box 4448.101 as shown.



When you need access to the glowplug, remove the two lateral retaining screws and fold the RC box to the side.

At this stage the meshing clearance of the first gearbox stage should be adjusted as follows: loosen the M3 x 12 screws on the sides of the motor mounts, run a strip of thin cartridge paper between the gears, and tighten the screws again firmly in this position after applying plenty of thread-lock fluid to the threads. Remove the paper strip, and the gearbox should rotate freely.

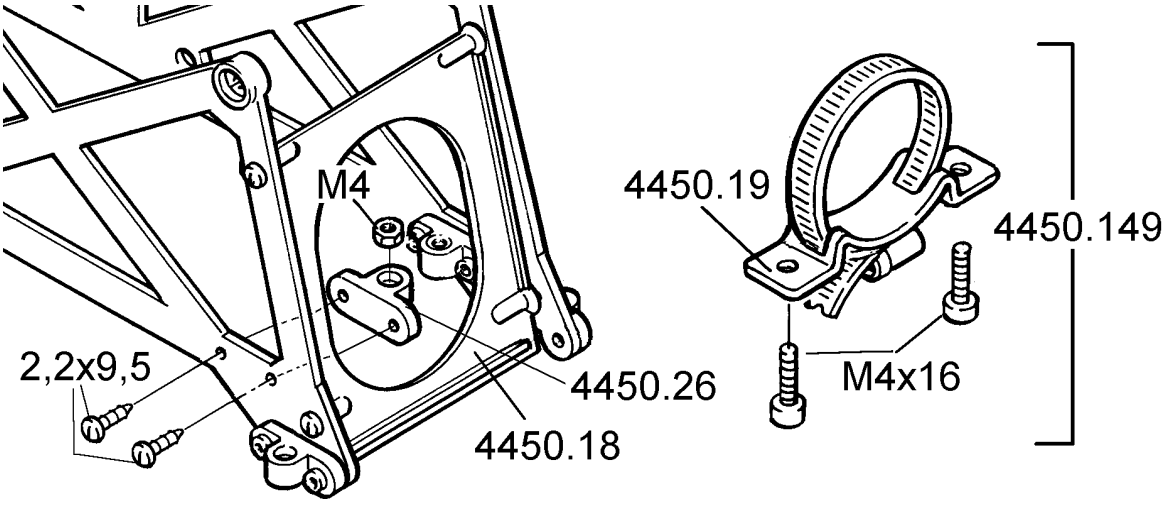
1.9 Remote glowplug connection *(bag U2-6)*



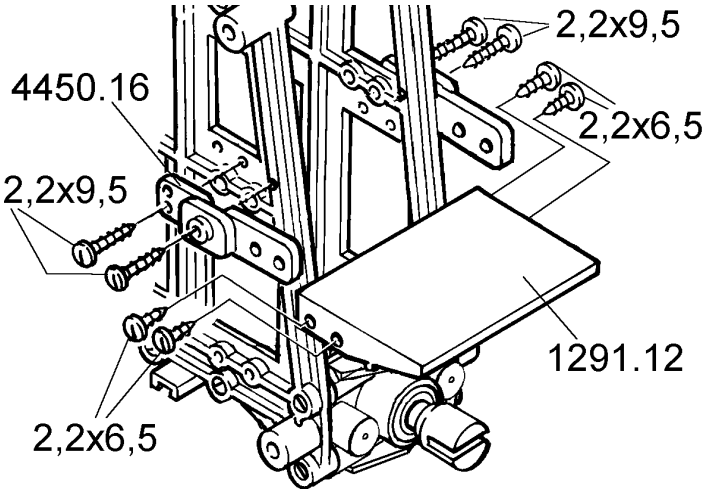
Work out the best position for the remote glowplug socket to suit your model, and fit the socket in one of the two holes in the switch console, or in the hole in the left-hand sub-structure side frame. Fit the solder tag, washer and nut on the socket in that order, and tighten the nut to secure the socket.
The socket can now be connected to the motor using the twin-core cable supplied. The crocodile clip is designed to provide easy access to the glowplug in order to fit a new one, and the clip should be soldered to the wire running from the centre contact of the socket. Attach the crocodile clip to the glowplug, and fix the other wire to one of the motor mount screws using an additional washer. Deploy the cable neatly, then solder one wire to the positive terminal of the socket, the other to the negative terminal.

1.10 Silencer

Select the appropriate exhaust manifold to suit your motor, and install it in such a way that the exhaust runs below the motor, and is directed towards the rear inside the sub-structure. Thread the tuned pipe silencer through the rear bulkhead 4450.18 from the rear, and connect it to the manifold using Teflon hose and hose clips; leave about 5 mm clearance between the manifold and the silencer inlet stub.
The method of supporting the silencer tailpipe varies according to the silencer used. An exhaust holder (e.g. ULTRA-STAR 2000) can be used at the rear end to support the tailpipe, or it can be supported at the fuselage exhaust outlet or - preferably - by means of a console (available separately, Order No. 4450.149). In this case the silencer is supported at the centre, and secured by tightening the clip provided. Take care not to overtighten the clamping screw.
In this case the two brackets 4450.26 should be screwed to the sub-structure at a suitable position, using the existing holes as reference points; note that the actual screw positions may have to be located differently to suit your silencer.



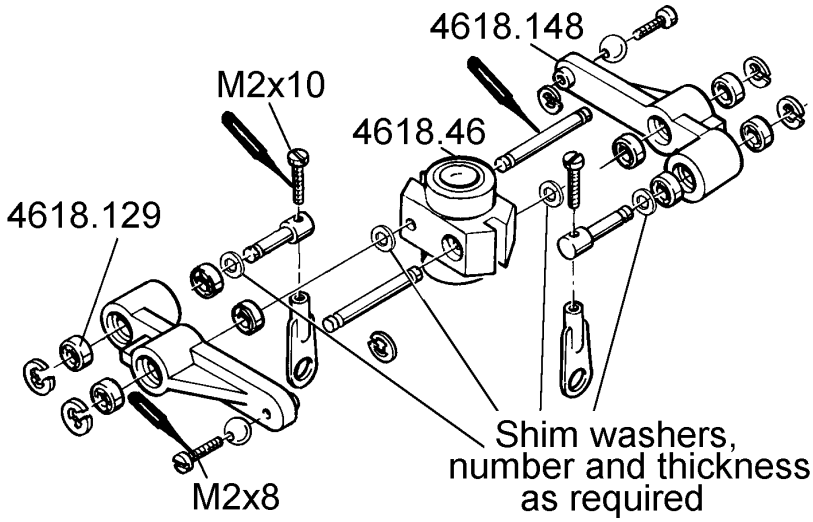
1.6 Installing the gyro platform *(bag UM-7)*



Fix the gyro platform holder 4450.16 to the side frames using 2.2 x 9.5 self-tapping screws. Fit the gyro platform 1291.12 on top, and secure it with four 2.2 x 6.5 self-tapping screws.

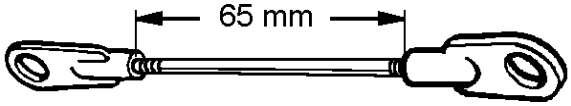
1.7 Collective pitch compensator and swashplate *(bag U2-8)*

The collective pitch compensator 4618.147 is assembled as shown in the illustration.

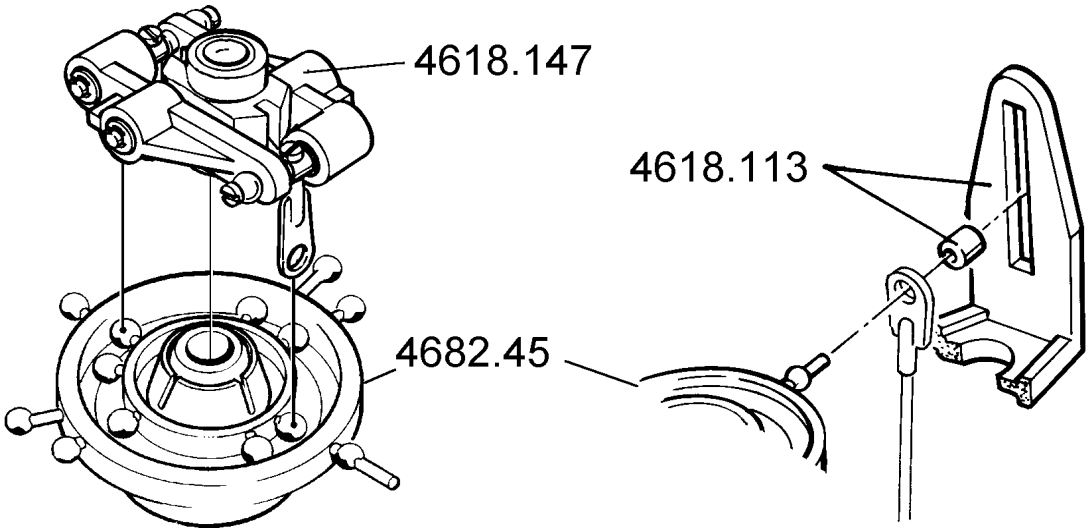


Start by fitting a circlip on each of the brass pins, and glue them in the holes in the collective pitch compensator centre piece 4618.46 using bearing retainer fluid, with the circlips located fully in the recesses. Press the ballraces 4618.129 in the arms of the collective pitch compensator and slip them on the projecting ends of the brass pins, fitting at least one shim washer between the centre piece and the arm on each side; check that the arms are free to rotate on the pins. Fit the outer circlips to retain the arms, and check that there is no axial play present in the arms on the pins. If there is detectable slop, fit additional shim washers to take it up.

Make up the pushrods as shown in the drawing from three threaded rods 1291.10 (2.5 mm Ø, 75 mm long) and six ball-links 4618.155; the stated dimension refers to the free space between the ball-links.



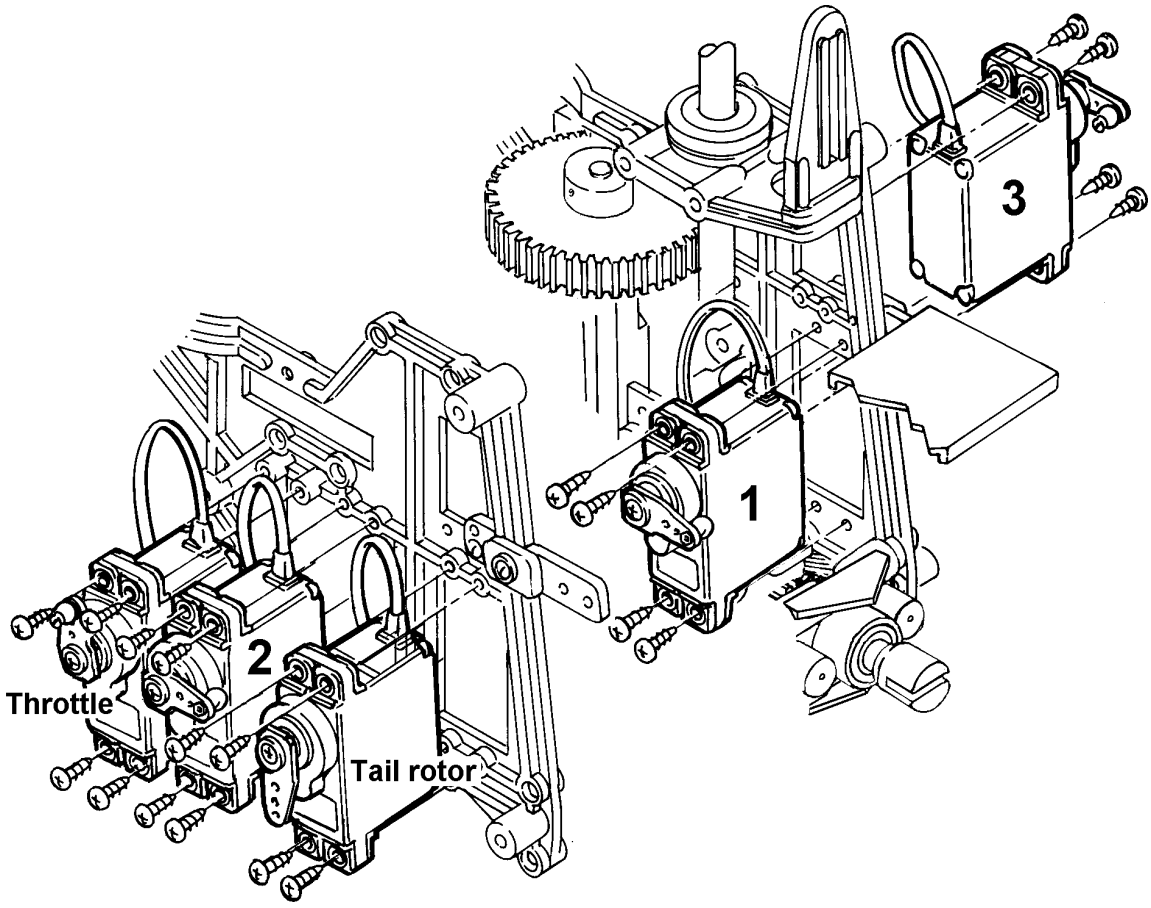
The first pushrod is used for the rear swashplate linkage; fit the ball-link over the guide spigot mounted on the swashplate 4682.45, and press it onto the linkage ball at the base of the spigot. Fit the brass sleeve (from 4618.113) on the guide spigot and grease it well. Slide the swashplate onto the main rotor shaft, and thread the connected pushrod down through the hole in the rear of the dome bearing holder; carefully ease the swashplate guide 4618.113 back, and allow the brass sleeve on the swashplate guide spigot to engage in the channel in the swashplate guide.
Fit the collective pitch compensator on the main rotor shaft, and press the two ball-links onto the appropriate balls on the inner ring of the swashplate, as shown in the illustration.



2. Installing the radio control system *(bag U2-9)*

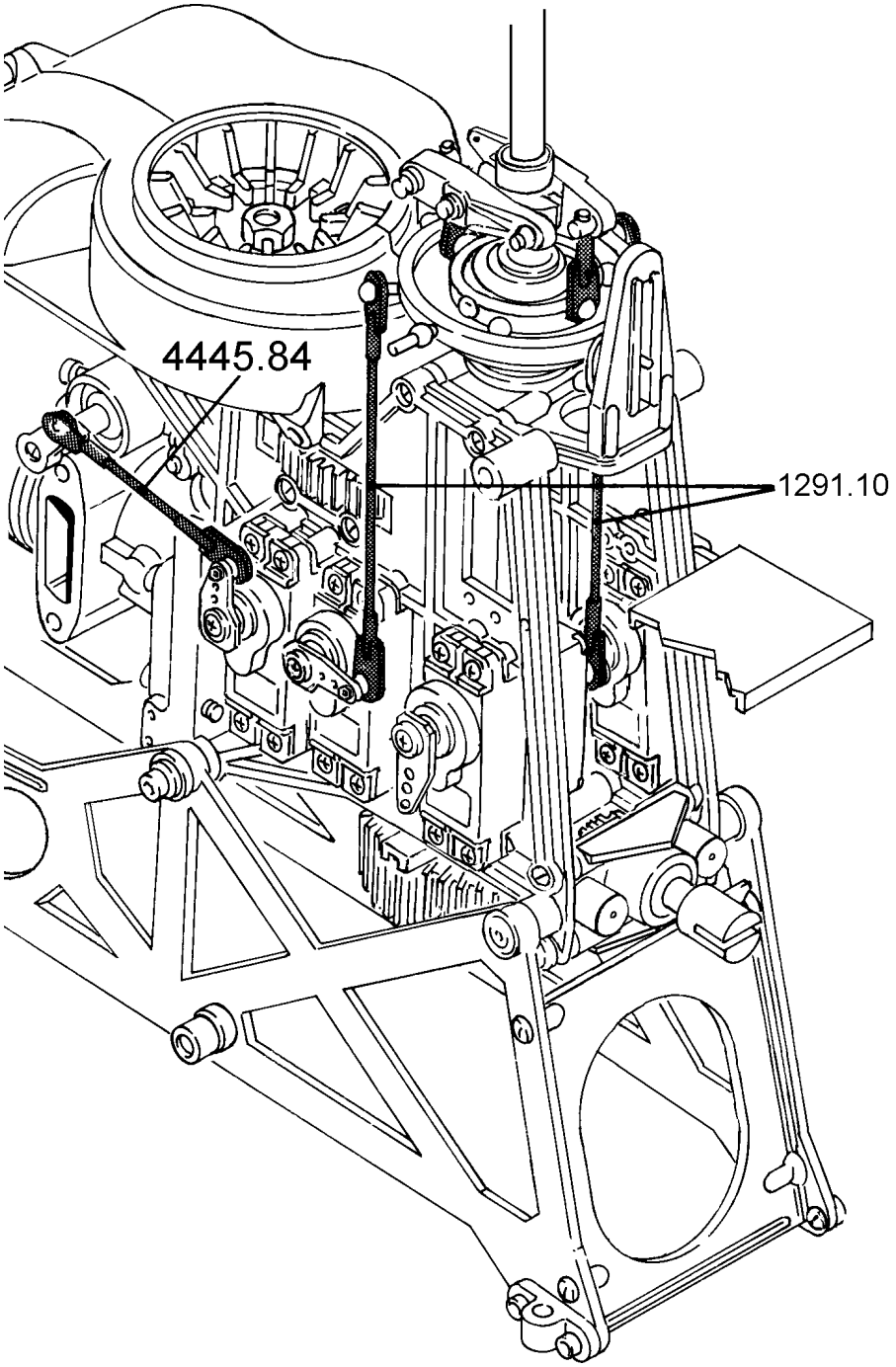
2.1 Installing the servos

Fit brass linkage balls on the *inside face* of the output arms of the pitch-axis servo (1) and the roll servos (2) + (3) using M2 x 10 cheesehead screws, and secure each one with an M2 nut fitted on the outside. Apply thread-lock fluid between the screws and the balls, and also in the nuts. The distance from the servo output shaft axis to the ball centre should be around 18 mm.
Install the pitch-axis servo in the rectangular opening in the right-hand side frame, working from the inside; the output shaft must be at the top. Secure the servo with four screws, rubber grommets and tubular rivets (these items are supplied with the servos): the tubular rivets are pressed into the underside of the rubber grommets, and the screws fitted from the top.
The holes in the mechanics for the servo mounting screws are deliberately offset slightly towards the outside, so that the rubber grommets are under slight tension when the screws are fitted. This helps to produce precise control response.
Both the roll-axis servos are fitted in the right and left side frames working from the outside, again with the output shafts at the top (see drawing). Secure each servo with four screws as before. Connect the servos to the receiver in the sequence described in the RC system instructions, switch on the radio control system and activate the swashplate mixer at the transmitter (setting: symmetrical three-point linkage, two roll-axis servos, one pitch-axis servo at the rear). Set the collective pitch, pitch-axis and roll-axis controls to neutral (centre) and fit the output arms on the servos at right-angles to the rotor shaft. Secure them with the servo output screws.



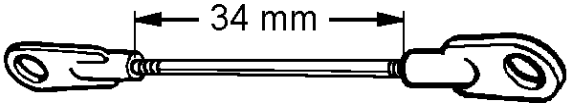
The tail rotor servo is installed in the left-hand side frame from the outside, with its output shaft at the top; secure it with screws in the usual way. The output arm of the tail rotor servo must face down, and should be parallel to the main rotor shaft when the collective pitch control is at centre.
Fix a brass linkage ball on the *outside face* of the throttle servo output arm using an M2 x 10 cheesehead screw, and secure it from the rear with an M2 nut, applying thread-lock fluid between the screw and the ball, and also in the nut. The distance from the servo output shaft axis to the ball centre should be around 11 mm. For two-stroke motors the throttle servo is installed in the left-hand side frame with the output shaft at the top and the servo output arm facing up. For four-stroke motors the throttle servo should be installed in the right-hand side frame, with the output shaft at the bottom and the output arm facing down.
Deploy the servo leads along the chassis to the RC box, taking the greatest care to avoid potential sources of damage. Do not allow any cables to touch shafts or gears, as they could easily chafe through, and cause a short-circuit and crash.

Connect the swashplate servos to the swashplate to produce a 120º linkage, using the previously prepared pushrods.

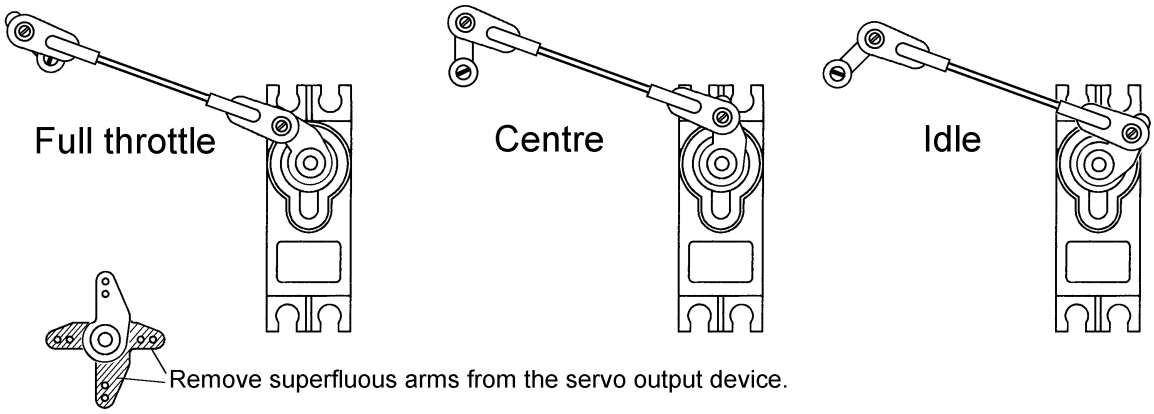


A four-point swashplate linkage is also possible, but you will need to use your own discretion for the detail solution. In this case an additional servo is installed in the vacant servo aperture in the mechanics, and should be connected to the front linkage point on the swashplate by means of a 2.5 mm Ø pushrod which will need to be angled for clearance. In this arrangement the pushrods from servos 2 and 3 are connected to the lateral (90 °) linkage points on the swashplate. You will need to activate the swashplate mixer for a four-point linkage at the transmitter.
If you wish to install a four-point linkage, please pay particular attention to accurate adjustment of the linkage pushrods, otherwise the servos may place strain on each other. This is the procedure: with the radio control system switched on, set the collective pitch stick to centre (the servo output arms should be at 90º to the pushrods), then disconnect one pushrod. Now adjust the remaining three pushrods until the swashplate is exactly horizontal. When you are satisfied, adjust the length of the fourth pushrod so that it can be pressed onto the linkage ball on the servo without causing any movement in the other pushrods.

Make up the throttle pushrod from one threaded rod 4445.84 (2 mm Ø, 45 mm long) and two ball-links 4618.55 as shown in the illustration; the stated dimension refers to the free space between the ball-links.



Use this pushrod to connect the carburettor arm to the servo output arm as shown in the illustration:



2.2 Installing the remaining radio control system components

To attach the gyro system to the gyro platform we recommend the use of double-sided foam tape, e.g. Order No. 742. Run the cables forward along the side of the mechanics to the receiver, together with the servo leads.

Pack the receiver battery in soft foam, such as the foam sleeve, Order No. 1637, then mount it on the battery console and secure it with two cable ties.

The receiver, gyro electronics and speed governor (if present) can be installed in the RC box. Pack these items in soft foam and secure them by fitting the wire retainer bar.

Bundle together all the servo, gyro and battery leads, and wrap them in spiral tubing or fit cable ties round them. Run the loom forward to the receiver and fix it to the side of the mechanics.

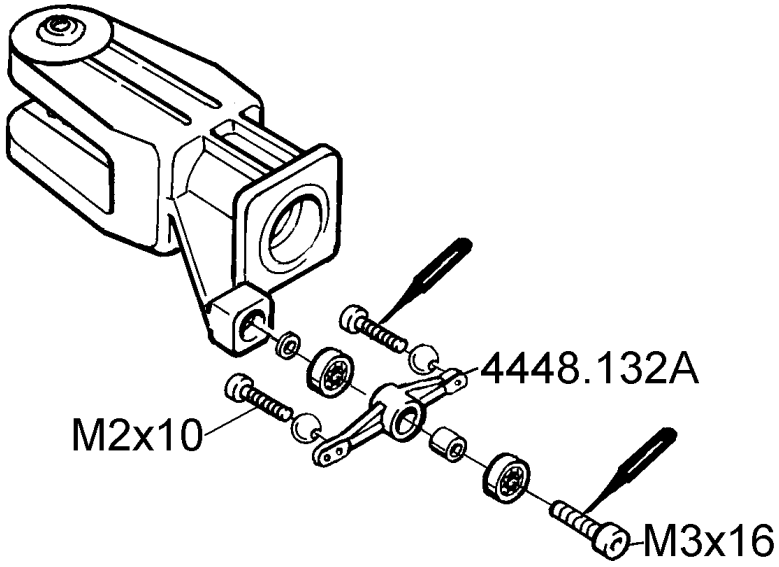
Attach the receiving system switch to the switch console mounted on the right-hand side of the sub-structure, and connect it to the battery and receiver.

3. Assembling the main rotor head *(bag U2-10)*

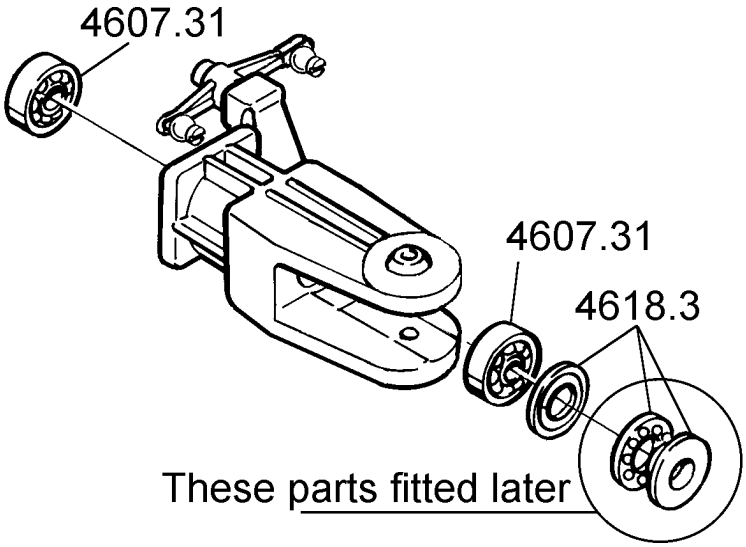
The main rotor head is assembled as shown in the illustrations. Remember to grease all ballraces.

3.1 Preparing the rotor blade holders *(bag U2-10A, U2-10B)*

First attach the two linkage balls to the mixer levers 4448.132A using M2 x 10 screws, then press the ballraces into both sides, not forgetting the brass spacer sleeve between them. Apply a little thread-lock fluid to the M3 x 16 screws along the entire length of the threads, and fit these through the ballraces and the spacer sleeve; take care that no thread-lock fluid gets into the bearings. Screw the mixer levers to the blade holders in this way, and check that the brass spacer washer is fitted between the inner ballrace and the blade pitch arm. The mixer levers should now rotate freely in their bearings; if necessary lubricate them with silicone oil.



Press the radial bearings 4607.31 and the bearing disc of the thrust bearing 4618.3 into the blade holders as far as they will go, as shown in the illustration.

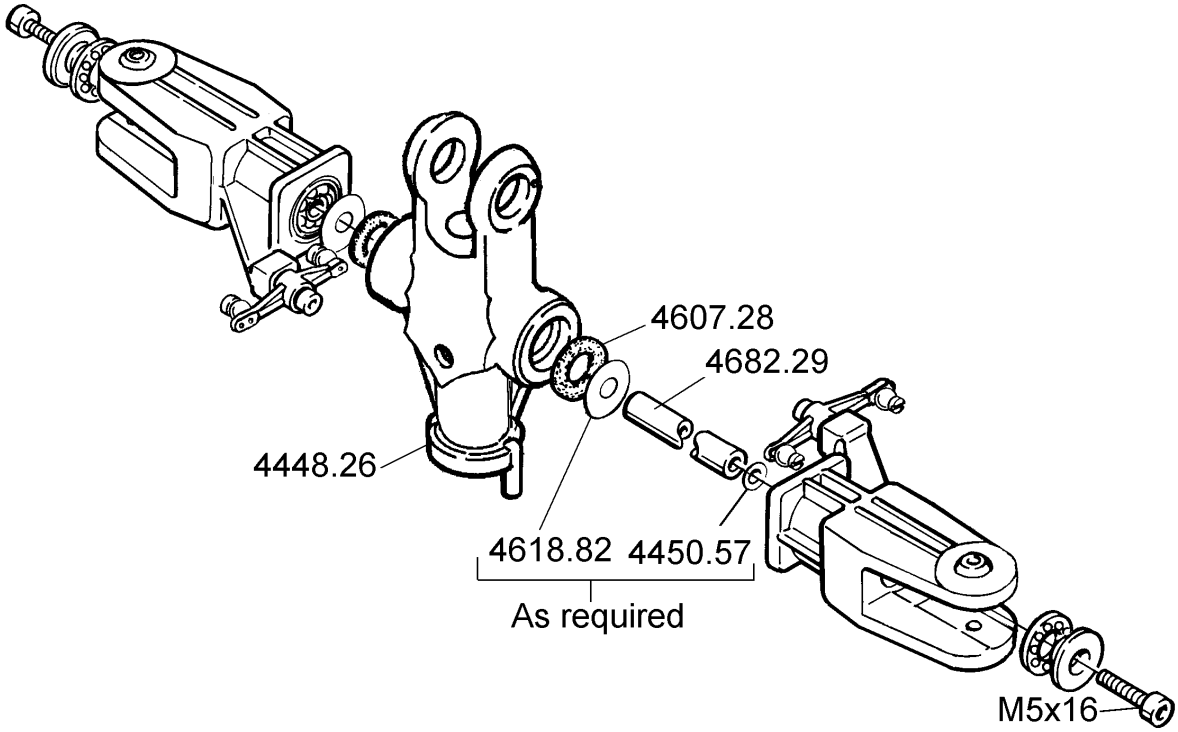


Now check that the bearings 4607.31 in the prepared blade holders are an easy sliding fit on the blade pivot shaft 4682.29. If necessary relieve the blade pivot shaft by rubbing down with fine abrasive paper (600-grit or finer) until the bearings are a smooth sliding fit.

3.2 Installing the blade holders

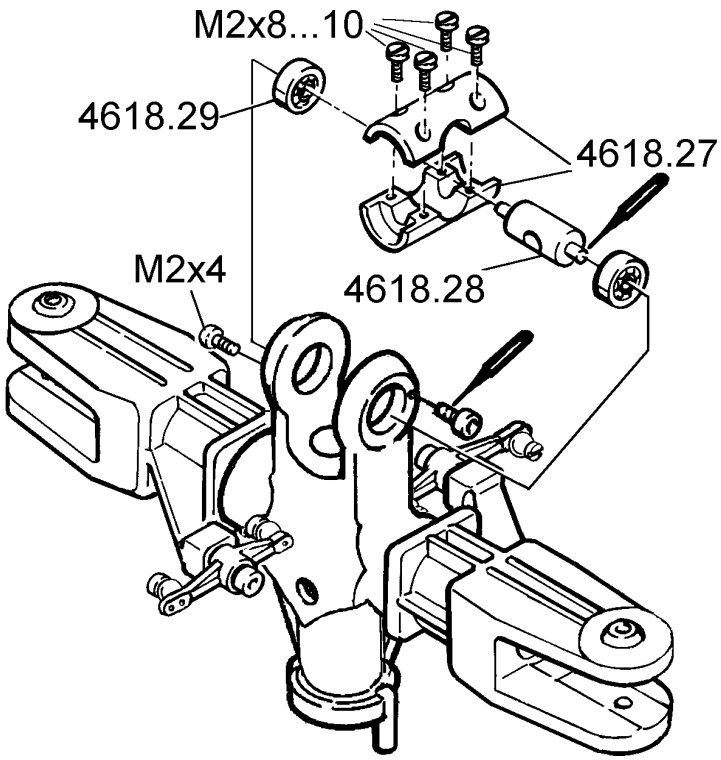
Press the two O-rings 4607.28 into both sides of the rotor head centre piece 4448.26, grease the blade pivot shaft and slide it through. Centre the shaft, so that it projects by an equal amount on both sides, then check that the O-rings are still in place. Fit 0.3 mm shim washers (from 4450.56) on the shaft on both sides of the centre piece, followed by the blade holders, noting that the blade holders must be orientated correctly: the blade pitch arm carrying the mixer lever must be in front of the blade (see illustration). Thoroughly grease the ball cages and thrust washers of the thrust bearings 4618.3, fit them on the shaft and tighten the two M5 x 16 socket-head cap screws.

Check that the blade holders rotate freely, and if necessary tap on the blade holders and the centre piece with a screwdriver handle to encourage the bearings to seat themselves correctly, so that they are not under strain. If the blade holders do not move freely because they are pressing against the centre piece, fit a spacer washer 4450.57 between the thrust washer of one of the two combination bearings and the blade pivot shaft.
Once you are satisfied that the blade holders rotate freely, apply thread-lock fluid to the M5 x 16 socket-head cap screws, and tighten them fully and permanently. If you had to fit a spacer washer 4450.57, take care not to over-tighten the socket-head screw, to avoid deforming the brass washer.

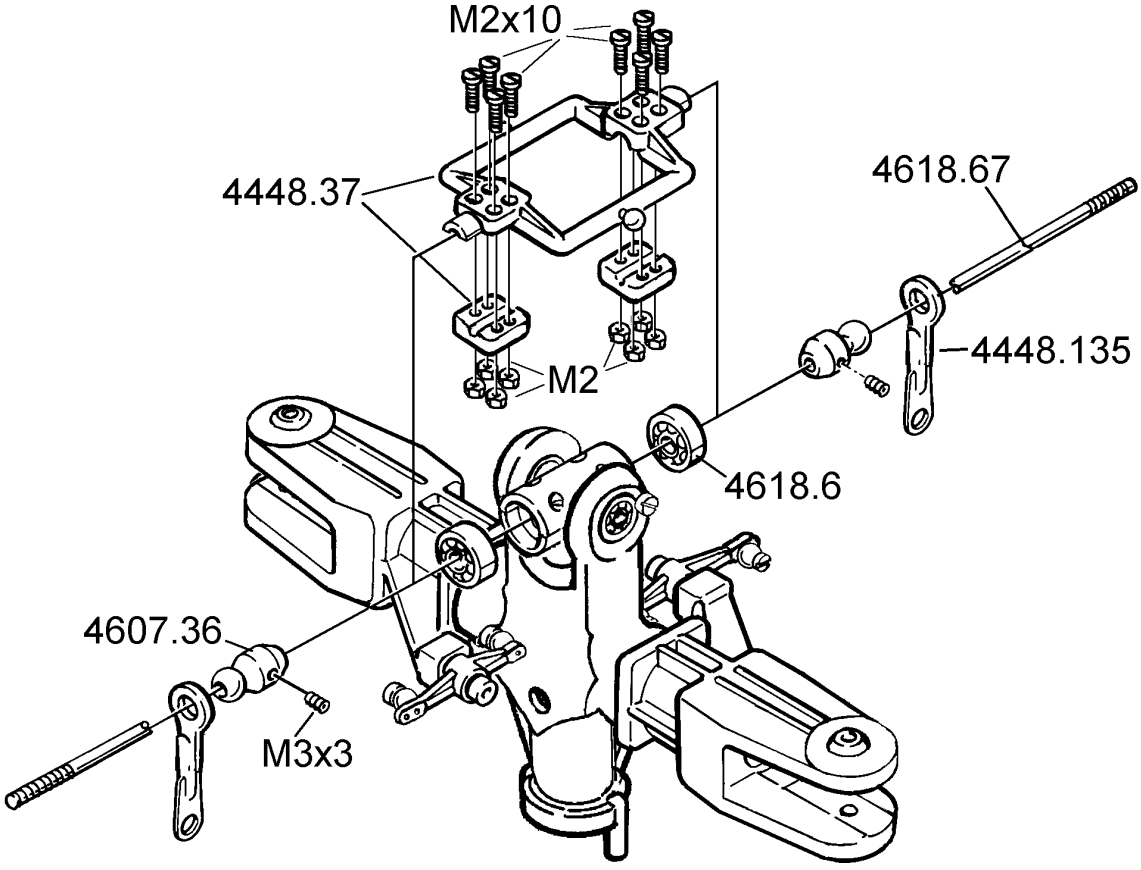


3.3 Assembling the Hiller rotor *(bag U2-10C, U2-10D)*

The rocker 4618.27 is assembled and installed as shown in the illustration. The hole in the pivot rod 4618.28 must line up with the axial bore in the rocker, so that the flybar can be fitted through it later without jamming or binding. Initially the two rocker shells are held together temporarily using four M2 x 8 ... 10 screws („borrowed" from other sub-assemblies); eventually they will be replaced by the longer screws used to retain the rotor brake plate. Secure each of the two ballraces on the outside by fitting an M2 x 4 screw in the centre piece. Check that the rocker rotates freely.
Roughen the flybar with abrasive paper at the points where the control bridge 4448.37 will be clamped. The control bridge is screwed in place, applying thread-lock fluid between the flybar and the control frame; this prevents any danger of the flybar twisting in the control bridge during violent aerobatic manoeuvres.

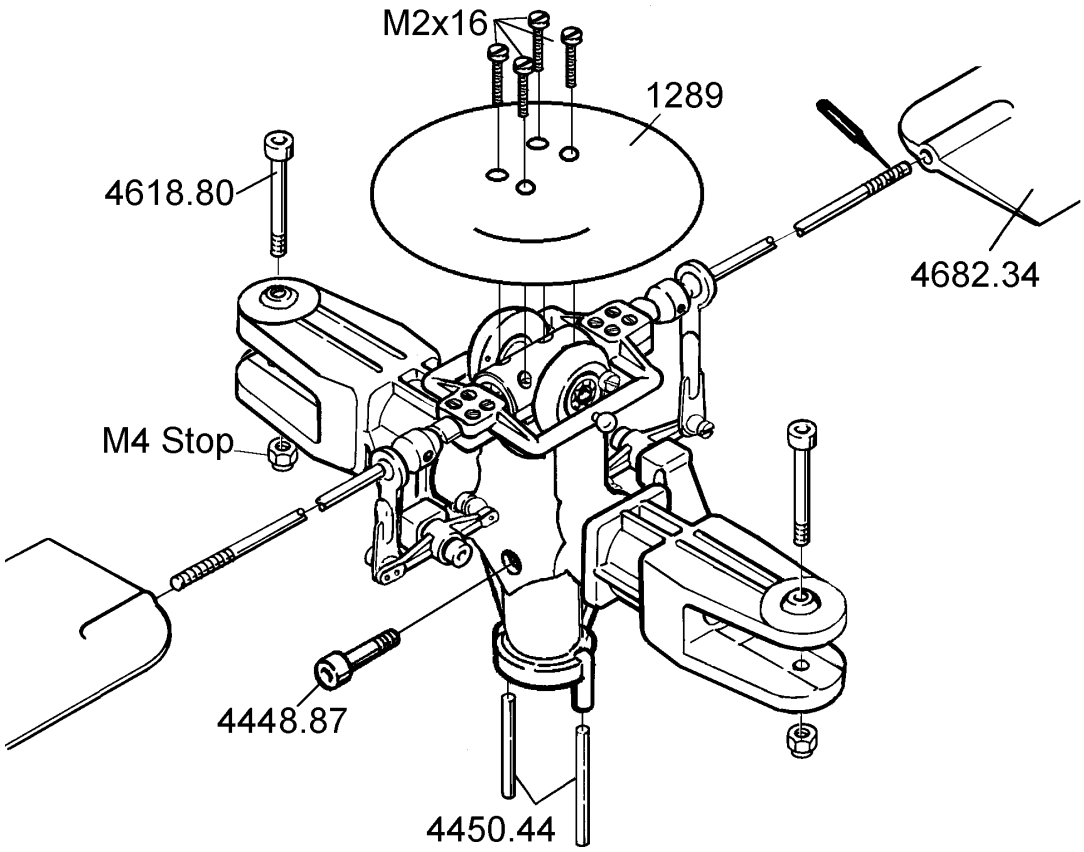


Press the ballraces 4618.6 into both sides of the rocker. Fit the flybar 4718.67 through the rocker and set it exactly central, i.e. it must project by the same amount on both sides of the bearings. Install the control bridge 4448.37 as already described.



Fit the ball collets 4607.36 on both ends of the flybar, and slide them along until they rest against the control bridge. Apply thread-lock fluid to the threaded holes in the ball collets, then fit and tighten the M3 x 3 grubscrews. Press the double ball-links 4448.135 onto the collets.

Apply thread-lock fluid to the sockets in the flybar paddles 4682.34, and screw them onto the ends of the flybar to a depth of exactly 15 mm. Set them exactly parallel to each other and to the control bridge.

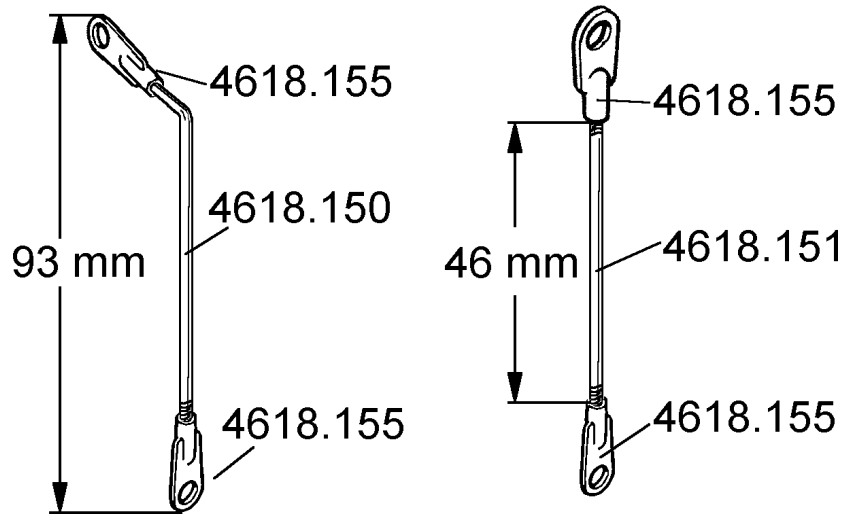


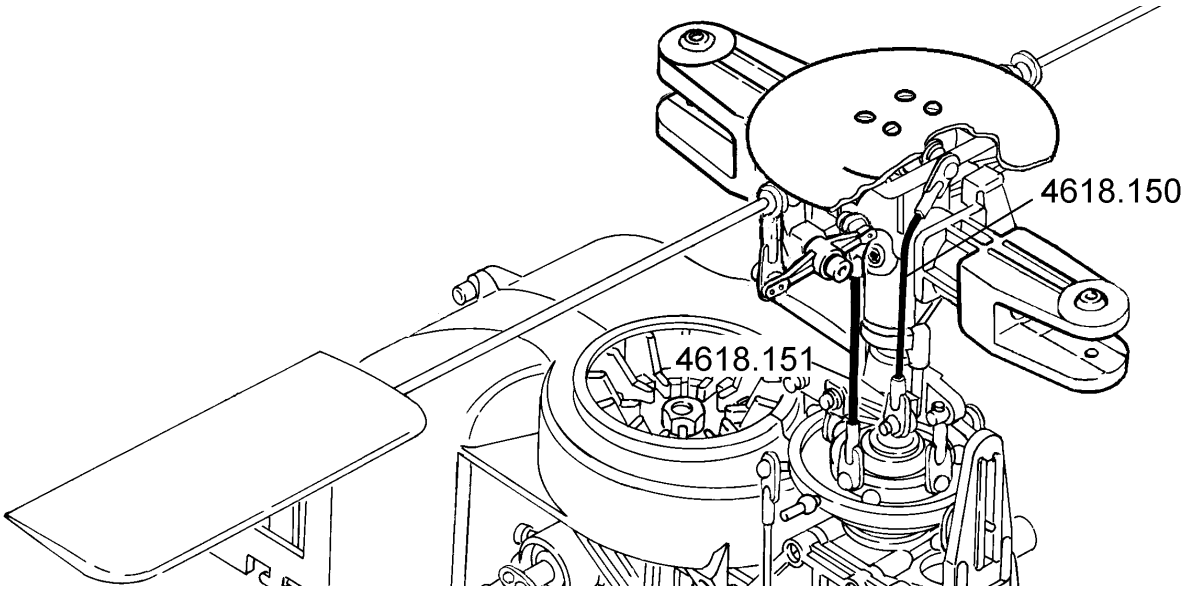
Remove the temporary screws from the top section of the rocker, and fix the rotor brake plate 1289 to the rocker using four M2 x 16 screws.
Apply thread-lock fluid to the two guide pins 4450.44 for the collective pitch compensator, and press them into the rotor head centre piece.

3.4 Installing the main rotor head *(bag U2-10E)*

Place the main rotor head on the main rotor shaft, and line up the hole in the rotor head with the upper cross-hole in the main rotor shaft. Insert the special screw 4448.87 and tighten it to secure the rotor head. The pushrods 4618.150 and 4618.151 are made up and installed as shown in the drawing.

Make up two straight and two angled pushrods as shown in the drawing.





The pushrods 4618.150 now have to be adjusted to obtain the maximum possible collective pitch range. This is the procedure:

Slide the swashplate up as far as it will go (you may have to disconnect the ball-links on the outer ring to make this possible). The swashplate should then rest exactly against the collective pitch compensator when the compensator itself rests against the underside of the main rotor head. If this is not the case, you must adjust the angled pushrods 4618.150 as follows:

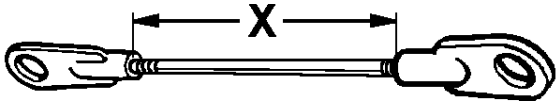
- The swashplate contacts the collective pitch compensator, but there is a gap between the collective pitch compensator and the rotor head there: ➔ shorten both pushrods.

- The collective pitch compensator contacts the rotor head, but there is a gap between the swashplate and the collective pitch compensator: ➔ lengthen both pushrods.

Note that it is essential to adjust both pushrods by the same amount, i.e. they must remain the same length.

The final step is to carry out the fine adjustment of the auxiliary rotor, to ensure that the Hiller paddles are exactly parallel to the swashplate when the swashplate is set horizontal. If you need to make adjustments here, rotate the pushrods 4618.150 in opposite directions by the same amount; don't adjust only one pushrod!

Set the two pushrods between the swashplate and the mixer levers as stated below:



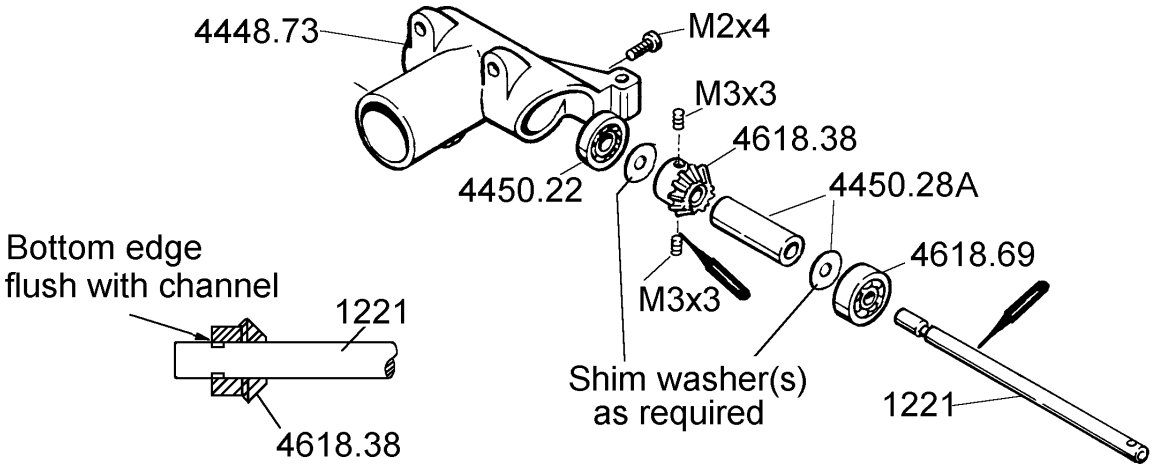
The pitch range of the rotor blades depends amongst other things on the position of the linkage balls to which the double ball-links (between the flybar and the mixer levers on the blade holders) are fitted: fitting the balls in the inner holes sets the standard range, but fitting them in the outer holes expands the collective pitch range by about 4.5°.

When the servos are at centre, you should obtain the following range of blade pitch angles:
(Note: you can fine-tune the collective pitch setting for the hover by making adjustments at the transmitter)

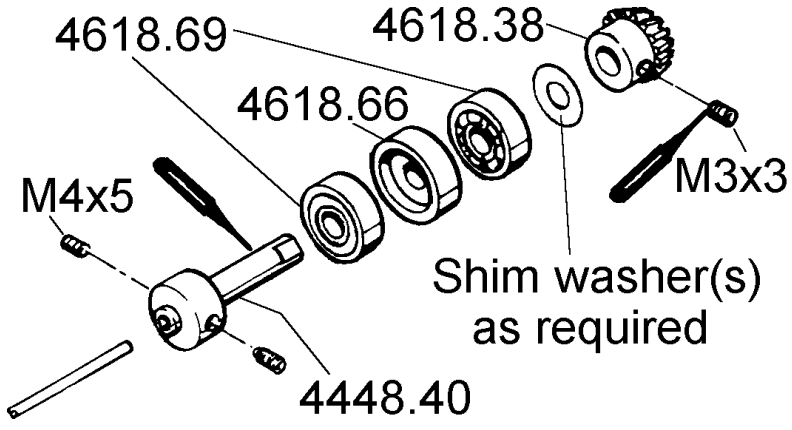
Length „X“	Hover coll. pitch (ball inside)	Hover coll. pitch (ball outside)	Note
43 mm	0°	0°	For „3-D" flying
46 mm	3°	4°	Normal setting, equally suitable for hovering and aerobatics
48 mm	5,5°	7°	Hover at low main rotor rotational speed

4. Assembling the tail rotor gearbox *(bag U2-11, UM-11A)*

Fit the bevel gear 4618.38 on the tail rotor shaft 1221 as shown in the illustration. Apply thread-lock fluid to the threaded holes in the bevel gear, then tighten the M3 x 3 grubscrews fully; note that one of the two grubscrews must engage squarely on the flat section of the tail rotor shaft. Do not tighten the grubscrews to the point where the bevel gear is under strain, as it will then run out of true. Fit the spacer sleeve 4450.28A and the bearings 4618.69 and 4450.22 on the shaft, pushing the parts hard up against each other. Slide this assembly into the tail rotor housing 4618.73 as far as it will go, and secure it with the M2 x 4 retaining screw. Check that there is absolutely zero axial play, and fit 5/10 x 0.1 shim washers if necessary.

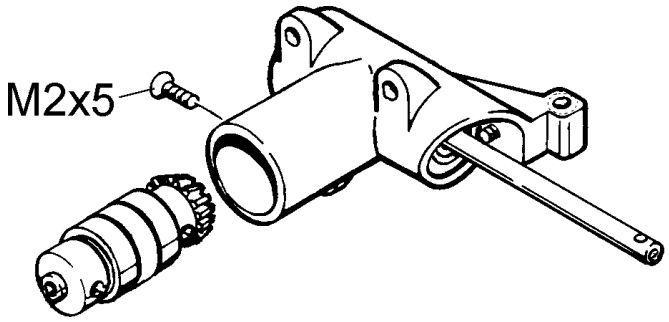


Fit the ballraces 4618.69 and the spacer 4618.66 on the tail rotor input shaft 4448.40 as shown in the illustration. Apply bearing retainer fluid, Order No. 951, before fitting the bearings.
The bearings must not be under stress; if necessary tap on them using a screwdriver handle or similar, so that they automatically seat correctly on the shaft. Allow the bearing retainer fluid to dry.
Fit a 5/10x0.1shim washer and a bevel gear 4618.38 on the tail rotor input shaft 4448.40 as shown in the illustration without using bearing retainer fluid at this stage.
Fit and tighten the M3 x 3 grubscrews in the bevel gear. Note that one of the two grubscrews must engage squarely on the machined flat in the tail rotor input shaft.



Now fit the prepared drive shaft assembly into the tail rotor housing, and line up the hole in the spacer 4618.66 with the hole in the tail rotor housing, then secure it with an M2 x 5 countersunk screw.
Fit a steel rod (screwdriver blade or similar) through the threaded holes in the coupling 4448.40. Using the rod as a handle, pull hard on the coupling (against the countersunk screw joint), so that the tail rotor drive assembly seats itself in the housing with maximum possible gear

meshing clearance between the bevel gears, as if under maximum load. Now check that the tail rotor gearbox runs smoothly, with just detectable meshing clearance in the bevel gears.



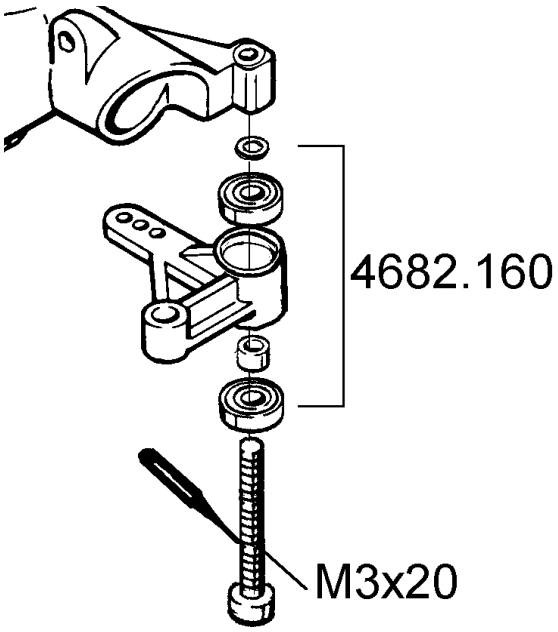
If the play in the gears is too slight, i.e. the gears are stiff to move, you will need to remove the drive assembly again and remove the shim washer under the bevel gear. If, however, there is too much play in the gear meshing insert additional shim washers. If you work carefully, making small adjustments, it is possible to set up the bevel gears so that they work freely but **without** backlash. Reinstall the unit, repeat the pulling procedure as described above, and you should find that the gear meshing clearance is correct.

***Note**: if you still cannot set the gear meshing clearance to your satisfaction, the problem may be that the bevel gear on the tail rotor shaft is located too far outward due to manufacturing tolerances, and is not engaging correctly with the bevel gear on the input shaft. If this is the case, you will find that the tips of the teeth of the bevel gear 4618.41 are already fouling the spacer sleeve 4450.28A, and yet there is backlash in the meshing clearance. In this case you must fit the shim washers between the bevel gear 4618.38 and the bearing 4450.22, instead of between the spacer sleeve and the bearing 4618.69, until the desired slight meshing clearance is present.*

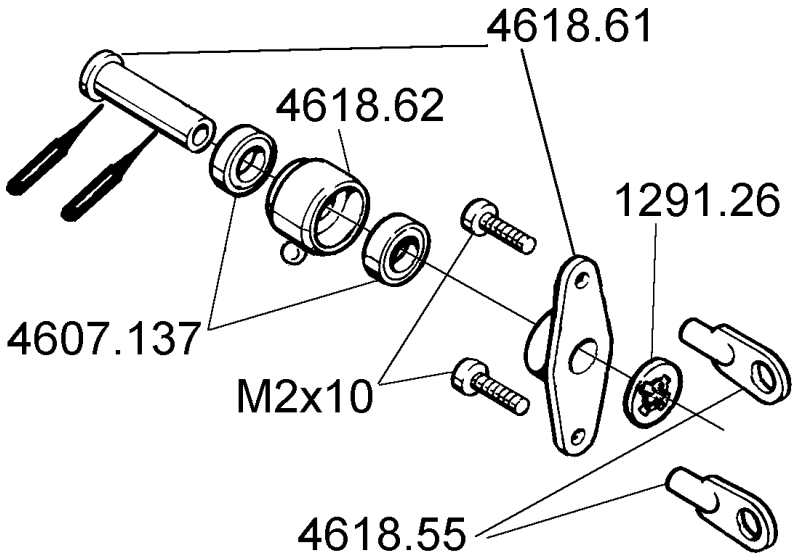
Now remove both assemblies again, apply bearing retainer fluid, Order No. 951, to the bearings, the setscrews, and the bevel gear on the input shaft, re-fit them on the tail rotor shaft and the input shaft, and assemble the parts permanently.

5. Installing the bellcrank and control bridge *(bag U2-11B)*

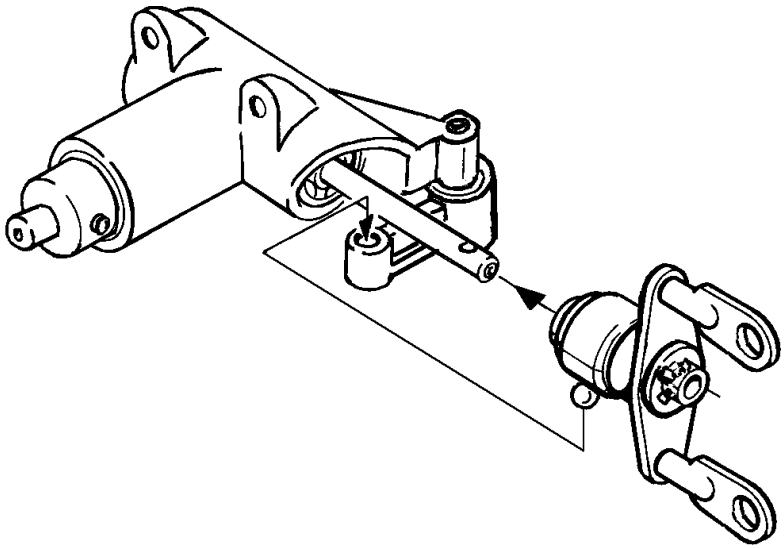
Press the ballraces into the tail rotor bellcrank 4682.160, not forgetting the spacer sleeve, and fit the M3x20 socket cap screw through the bellcrank. Fit the spacer washer on the screw as shown.



Fit the screw, with the bellcrank mounted on it, into the shoulder of the tail rotor housing and screw it in by a few turns, but do not tighten it at this stage since the control bridge must first be fitted as described in the next section.
Press the ballrace 4607.137 into the control ring 4618.62 as far as it will go. Apply a little thread-lock fluid to the assembly (don't let it run between the control ring and the control sleeve!) and push it onto the control sleeve (from 4618.61) until the inner ring of the ballrace rests against the flange of the sleeve.



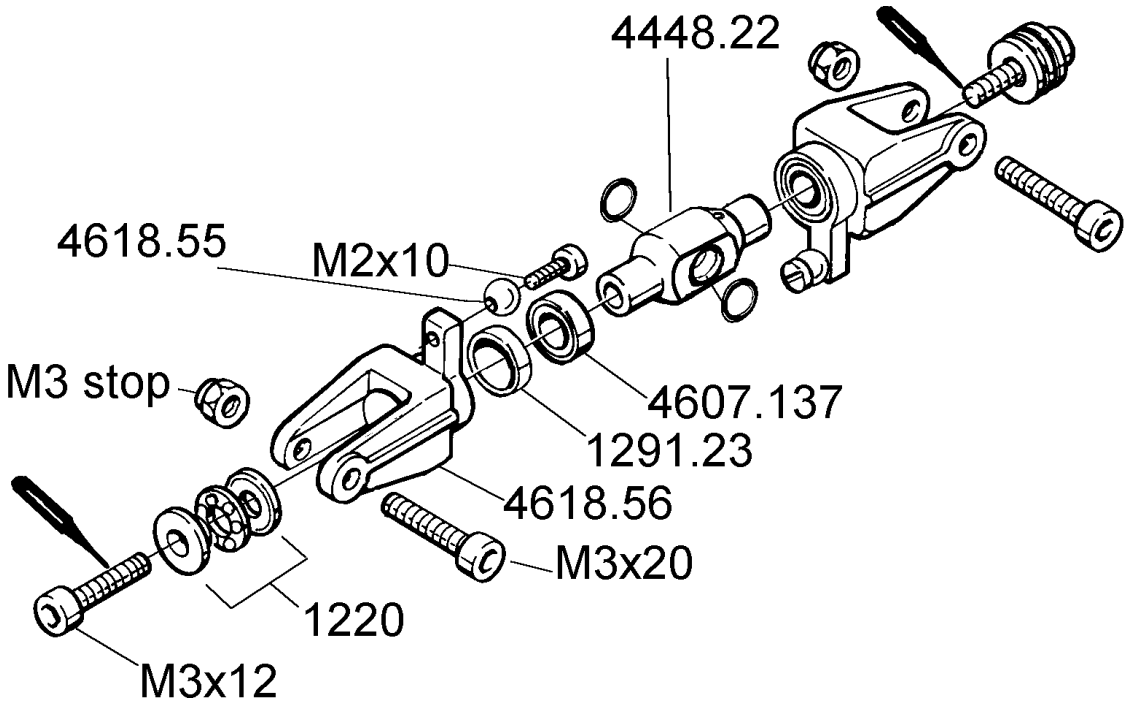
Attach the two ball-links 4618.55 to the control bridge (from 4618.61), then slide it onto the control sleeve and press it against the inner ring of the other ballrace. Press the shakeproof washer 1291.26 onto the control sleeve and up against the control bridge.
Now check that the control ring can revolve freely on the control bridge, but without any hint of axial play. If the ring is stiff to move, then there is probably tension between the two bearings. This can usually be eliminated by tapping them with the handle of a screwdriver.
Fit the control bridge on the tail rotor shaft, then press the bellcrank over the ball on the control ring, and tighten the M3x20 screw.



6. Assembling the tail rotor head *(bag UM-11C)*

Assemble the tail rotor head as shown in the drawing, not forgetting to grease all the bearings. Apply some bearing lock fluid to the Screws M3x12 and tighten them only so far that the bladeholders still rotate smoothly.

Take care not to allow the bearing lock fluid to get into the bearings!

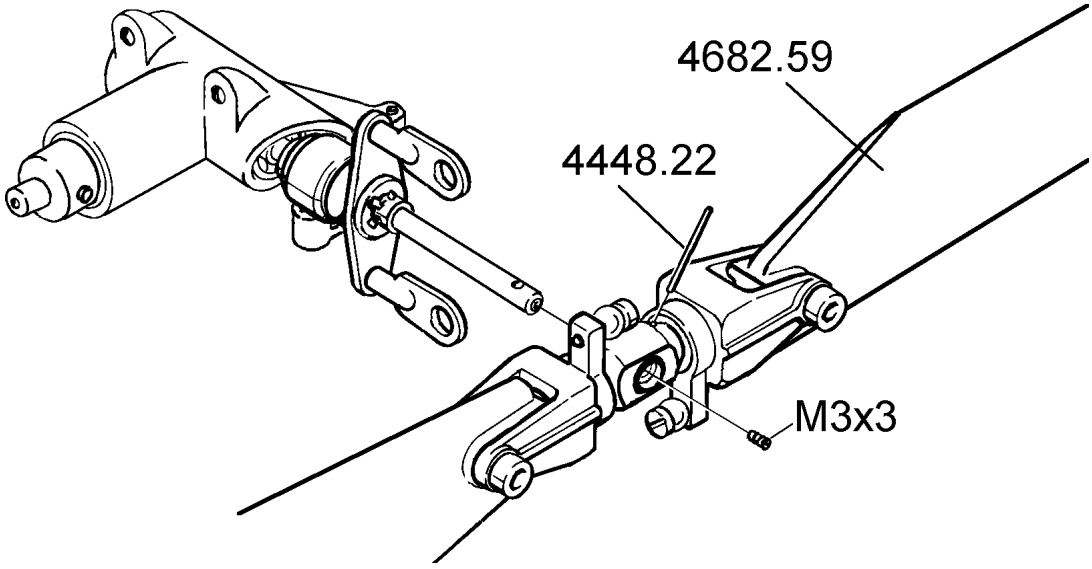


Press the two O-rings into the hub 4448.22 so that they are located fully in the recesses. Oil the O-rings, and slide the tail rotor head onto the tail rotor shaft. The cross-hole in the shaft must line up with the hole in the hub; the pin 4448.22 can then be pushed through to secure the parts. The pin in turn is retained by the M3x3 grubscrew.

Note the orientation of the hub (see illustration).

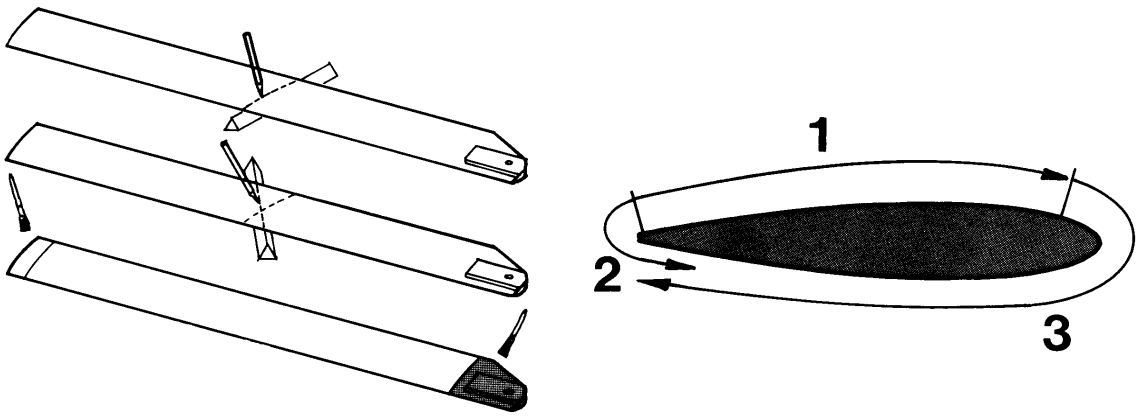
Fit the tail rotor blades in the blade holders using the M3x20 screws. Tighten them to the point where they can swivel quite easily, so that they find their optimum position automatically when the system is operating.

Note the orientation of the tail rotor blades: when viewed from the left-hand side, the tail rotor spins clockwise („bottom blade forward“), and the blade pitch arms on the blade holders must be in front of the blades.

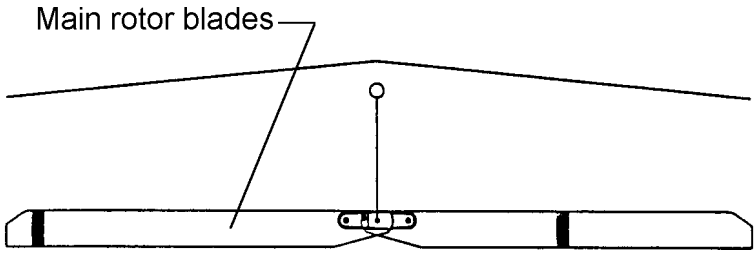


7. Main rotor blades

The UNI-Mechanics 2000 system is designed to be used with high-quality GRP or CFRP main rotor blades, e.g. Order No. 1266. Naturally it is also possible to install simple wooden rotor blades, such as Order No. 74A, but in this case the blades are supplied in kit form, and must be completed following the instructions supplied with them.
Epoxy the blade sleeves supplied with the rotor blades in the holes in the rotor blades, if your blades are not supplied with the sockets already installed.
When the epoxy has set hard sand the whole blade overall using fine glasspaper, Order No. 700.1 or 700.2.
The weight of the two rotor blades must be the same, as must be the CG (balance point) of both blades. The method of checking this is shown in the drawing below. First balance the blades over a triangular pivot, and mark the line of balance twice as shown; the crossing point of the lines is the CG. Apply several coats of GLATTFIX sanding sealer, Order No. 207, at both ends of the blade and sand smooth after each coat. Now correct the CG position if necessary (1.) and carefully equalise the weight of the two blades (2.). Apply colour paint to the doubler region at the root (approx. 70 mm wide) and at the tip (approx. 20 mm wide), using two colours which are easily differentiated. This makes it much easier to check blade tracking later. Apply the film covering as shown in the drawing; first the top surface, then the trailing edge wrap-around, then the underside. Leave about 12 mm of blade uncovered at each tip (same width on each blade!). It is important that the covering should be completely smooth and devoid of wrinkles.



7.1 Balancing the rotor blades



Screw the main rotor blades together as shown and hang them up by a length of thread. Apply adhesive tape to the tip of the lighter blade.
Take your time over the balancing procedure, as properly balanced rotor blades are a basic necessity if the main rotor is to run smoothly, and not vibrate.

8. Installing the mechanics in the fuselage

You can install the mechanics in one of the many separately available fuselages, or complete the model as an open-style trainer. In either case follow the instructions supplied with the fuselage kit.

9. Setting up

9.1 Setting up the cyclic control system

The basic settings of the roll and pitch-axis control systems should already be correct if you have fitted the pushrods exactly as described in these instructions. The pushrod linkage points on the servo output arms are pre-defined, so any servo travel adjustment required must be carried out via the transmitter's electronic adjustment facilities. Please note that servo travel must not be set at too high a value; the swashplate must not foul the main rotor head when the roll and pitch-axis stick is at its end-points, as this would mean that smooth collective pitch control would no longer be possible, since the swashplate could not move any further along the shaft.

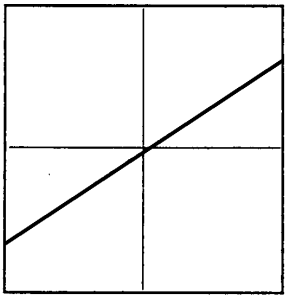
9.2 Main rotor collective pitch settings

The collective pitch values are measured using a rotor blade pitch gauge (not included in the kit). The following table shows good starting points; the optimum values may vary according to the rotor blades you are using and the model itself.

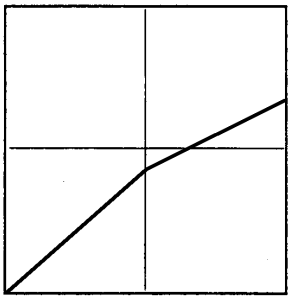
	Minimum	Hover	Maximum
Hovering, practice flying	-2°	5,5°...6°	12°
Aerobatics	-4°	5°... 5,5°	8°... 9°
Auto-rotation	-4°	5,5°	13°

The collective pitch settings are adjusted at the transmitter. This is the procedure:

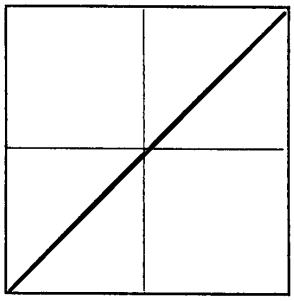
1. Measure the setting for hovering collective pitch and set it correctly;
2. Measure collective pitch maximum and minimum, and adjust the values using the collective pitch adjustment facility on your transmitter, following the diagrams shown below:



Hovering, practice (linear)



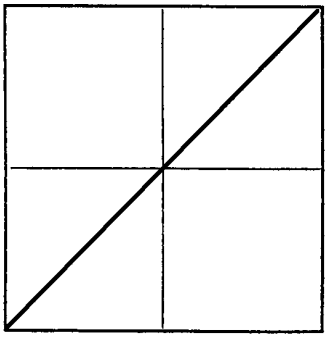
Aerobatics



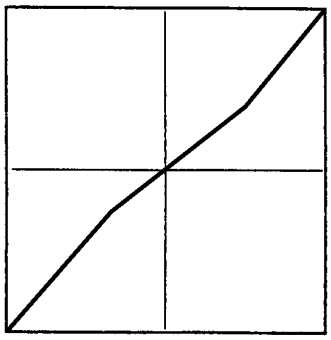
Auto-rotation

9.3 Adjusting the carburettor control system

The following diagrams show two possible carburettor control curves:



linear

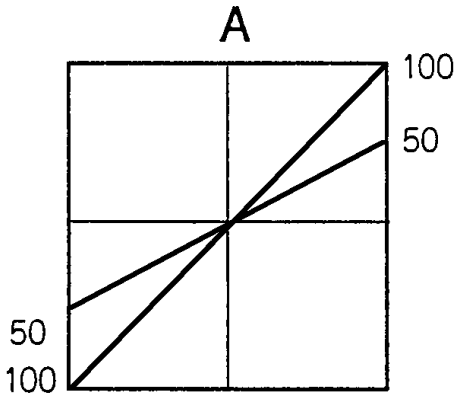


optimised for hovering

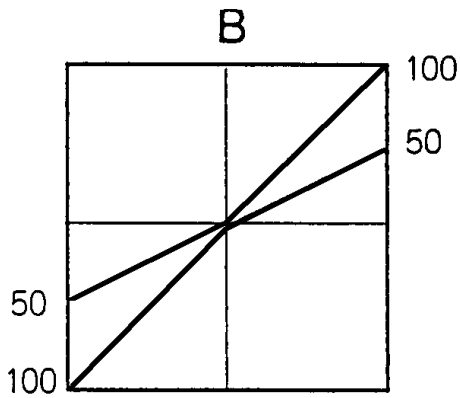
- The hover-optimised throttle curve produces smooth, gentle control response in the hovering range.
- The values stated here vary greatly according to the motor, fuel, silencer etc. you are using. The only means of establishing the ideal settings is to carry out your own series of practical test-flights.

If you have made up all the linkages exactly as described in the previous sections, the following adjustments can all be carried out at the transmitter:

1. **Servo direction**
   Set the „sense“ (direction of rotation) of all servos as stated in the instructions. Check the throttle servo in particular!
2. **Dual Rates**
   You can set switchable travels for roll, pitch-axis and tail rotor. As a starting point we recommend 100% and 75% as the two settings.
3. **Exponential**
   For the basic set-up you should leave all control systems set to „linear“.
4. **Servo travel centre offset**
   Do not make any adjustments to this point. At a later stage you may wish to make minor corrections here.
5. **Servo travel adjustment**
   This is where you can adjust the maximum servo travel. Note that the travels should always be the same on either side of neutral, otherwise you will end up with unwanted differential effects:



Equal set values:
linear control response



Different set values:
differential control response

For the throttle and swashplate servos (collective pitch function) it is important to check that servo travels are symmetrical, i.e. with the same values for both directions, and that the throttle servo can move the carburettor barrel from the completely closed position (motor stopped) to full throttle, without being mechanically stalled at any point. The collective pitch function of the swashplate servos should produce a range of blade pitch angles covering -5° to +13°, also with symmetrical travels; you may find it necessary to remove the servo output arms, move them round by one spline and fit the retaining screws again.

The mechanics should now be set up virtually perfectly. When the throttle/collective stick is at centre (hover point), collective pitch should be about 5.5°, and the carburettor barrel should be half-open.

Note:
The collective pitch and throttle curves can be adjusted later to meet your exact personal requirements. However, if you have already set differential travels in the basic set-up procedure, as shown in diagram „B“ above, any fine adjustments required subsequently will be much more difficult to get right!

6. **Collective pitch and throttle curves**
   These adjustments are of fundamental importance to the flight performance of any model helicopter. The aim of the procedure is to maintain a constant rotor speed when the model is climbing and descending, i.e. regardless of load. This then represents a stable basis for further fine-tuning, e.g. of the torque compensation system etc. (see also collective pitch and throttle curves).
7. **Static torque compensation**
   The tail rotor servo is coupled to the collective pitch function via a mixer in the transmitter in order to compensate for torque changes when you operate the collective pitch control. On most transmitters the mixer input can be set separately for climb and descent. Recommended values for the basic settings are: climb: 35%, descent: 15%.

8. **Gyro adjustment**
   Gyro systems damp out unwanted rotational movements around the vertical (yaw) axis of the model helicopter. They do this by detecting the unwanted motion and injecting a compensatory signal into the tail rotor control system, and in order to achieve this effect the gyro electronics are connected between the tail rotor servo and the receiver. Many gyro systems also allow you to set two different values for gyro effect (gain), and switch between them from the transmitter via a supplementary channel. Some gyros even offer proportional control of the gain setting. The extra channel is controlled via a proportional slider or rotary knob, or a switch, depending on the gyro system.

   If your gyro system features an adjustor box with two rotary pots for two fixed gain settings, and you can switch between them from the transmitter, it is best to set one adjustor approximately to centre (50%), and the other to 25%. If the gyro system provides proportional control between the two set values, then the one pot should be set to „0“, the other to about 80%.

   If you have a gyro system whose gain cannot be adjusted from the transmitter, i.e. there is only a single adjustor on the gyro electronics itself, the pot should be set to 50% gain as a starting point.

   Check that the direction of the gyro’s compensatory action is correct, i.e. that it responds to a movement of the tail boom with a tail rotor response in the opposite direction. If this is not the case, any yaw movement of the model would be amplified by the gyro! Most gyro systems are fitted with a change-over switch which reverses their direction, and this must then be moved to the appropriate position.. However, some systems have no such switch, and in this case the solution is to mount the gyro inverted.

   One factor which all gyro systems have in common is that flight testing is necessary in order to establish the optimum settings, as so many different influences affect the settings.
   The aim of the gyro adjustment process is to achieve as high a level of gyro stabilisation as possible, without the system causing the tail boom to oscillate.

Notes regarding the use of the Graupner/JR „PIEZO 450...5000" piezo gyro system in conjunction with a computer radio control system (e.g. mc-12 ... mc-24)
The advanced design of this gyro system necessitates a different set-up procedure to the one described above. Please keep strictly to this procedure:

1. 1. Set the servo travel for the tail rotor channel to +/-100% at the transmitter.
2. If you have a gyro mixer („Gyro-Control“) which suppresses gyro gain when you operate the tail rotor control, it is essential to disable it permanently.
3. Disconnect the tail rotor pushrod at the tail rotor servo.
4. Operate the tail rotor control at the transmitter; at about 2/3 of full travel in either direction the servo should stop, even when the stick is moved further (travel limiting).
5. Connect the tail rotor pushrod to the servo in such a way that the tail rotor’s mechanical end-points in both directions are the same as the travel set by the travel limiter (servo should be just short of stalling on its mechanical end-stop at this point).
   It is essential to make these adjustments mechanically, i.e. by altering the linkage points and pushrod length. Don’t try to do it electronically using the transmitter’s adjustment facilities!
6. Now correct the tail rotor setting for hovering, i.e. when the collective pitch stick is at centre, using the servo travel centre adjustment facility at the transmitter.
7. Gyro gain can now be adjusted between „0“ and maximum effect via the auxiliary channel only, using a proportional control on the transmitter. If required, maximum gain can be reduced by adjusting the travel of the auxiliary channel or by adjusting the transmitter control. This gives you a useful range of fine adjustment for tailoring gyro response to your requirements.
8. If you find that the tail rotor control system is too responsive for your tastes, adjust it using the exponential control facility; on no account reduce servo travel, as it must be left at +/-100%!

10. Pre-flight checks

When you have completed the model, run through the final checks listed below before carrying out the helicopter's first flight:

- Study the manual once more, and ensure that all the steps of assembly have been carried out correctly.
- Check that all the screws in the ball-links and brackets are tightened fully after you have adjusted gear meshing clearance.
- Can all the servos move freely, without mechanical obstruction at any point? Do they all rotate in the correct direction? Are the servo output arm retaining screws in place and tight?
- Check the direction of effect of the gyro system.
- Ensure that the transmitter and receiver batteries are fully charged. We recommend using a voltage monitor module (e.g. Order No. 3157) to check the state of the receiver battery when you are at the flying field.

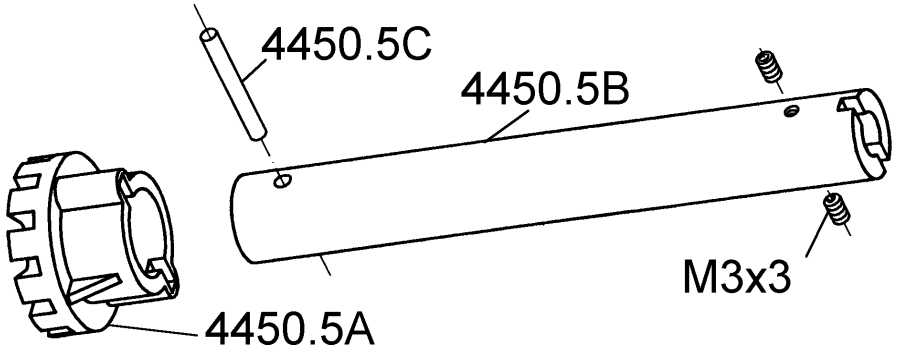
Don't attempt to start the motor and fly the helicopter until you have successfully checked everything as described above.
Bear in mind that the running qualities of your motor will vary widely according to the fuel in use, the glowplug, the height of your flying site above sea level and atmospheric conditions.
Please read the notes on motor set-up which you will find later in this manual.

Maintenance

Helicopters, whether large or small, place considerable demands on maintenance. Whenever you notice vibration in your model, take immediate steps to reduce or eliminate it. Rotating parts, important screwed joints, control linkages and linkage junctions should be checked before every flight. If repairs become necessary, be sure to use original replacement parts exclusively. Never attempt to repair damaged rotor blades; replace them with new ones.

Fitting the starter adaptor

The starter adaptor supplied with the mechanics consists of three parts which have to be fitted to your electric starter as shown in the drawing below. First insert the pin 4450.5C through the extension 4450..5B, then push the plastic adaptor 4450.5A on it, and engage the pin in the channel of the adaptor. To mount the starter adaptor you first have to remove the rubber insert holder from the starter. Push the starter adaptor onto the starter shaft until the cross-pin in the shaft engages in the channel of the adaptor. Tighten the two grubscrews fully to secure the adaptor.
Ensure that the adaptor runs „true", i.e. does not wobble from side to side.



To start the motor rotate the rotor head until the starter adaptor can be engaged in the cooling fan, holding the starter vertical. Please note the following points:

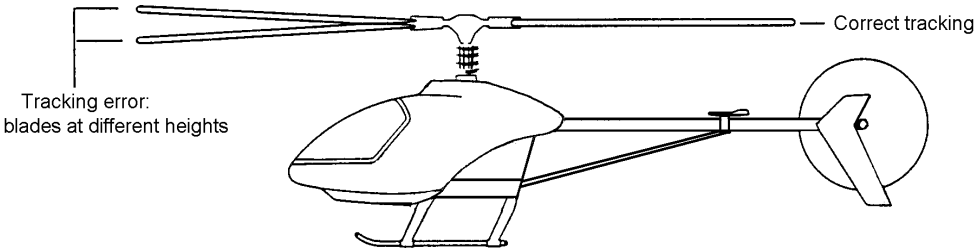
- **Do not switch the starter on until you are sure that the teeth in the cooling fan are correctly engaged with the teeth on the adaptor.**
- **When the motor is running, switch off the starter before withdrawing it.**

11. Adjustments during the first flight

11.1 Blade tracking

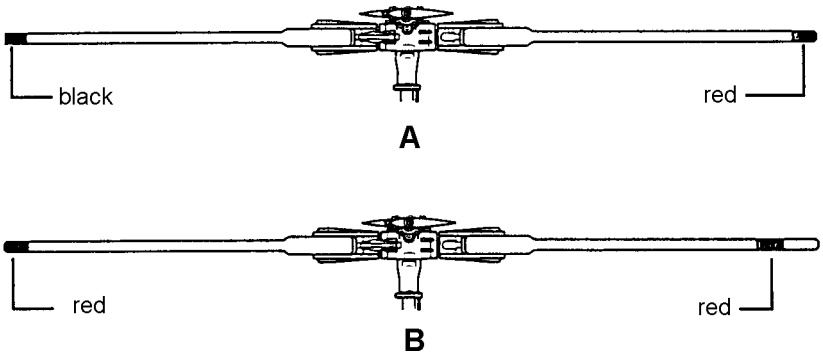
„Blade tracking" refers to the height of the two rotor blades when they are spinning. The adjustment procedure aims at fine-tuning the pitch of the main rotor blades to exactly the same value, so that the blades rotate at the same level.

Incorrectly set blade tracking, with the blades revolving at different heights, will cause the helicopter to vibrate badly in flight.



When you are adjusting blade tracking you are exactly in the „firing line" of the blades. In the interests of safety you should keep at least 5 metres away from the model when you are doing this.

You can only check blade tracking if you are able to see clearly which blade is higher and which is lower. The best method is to mark the blades with coloured tape as follows:



There are two alternative methods: figure „A" shows the use of different colours on the blade tips; fig. „B" shows the use of the same colour, but applied at different distances from the blade tips.

Procedure for adjusting blade tracking

1. Set the helicopter to the point where it is almost lifting off, then sight directly along the rotor plane.

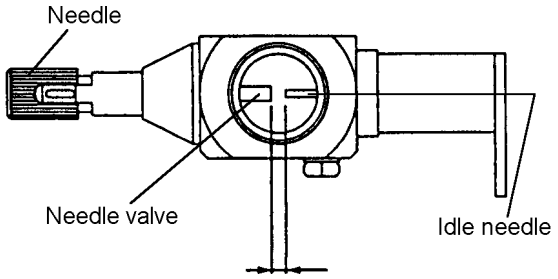
2. If you can see clearly that the rotor blades are running in the same plane, no adjustment is required; however, if one blade is running higher than the other, the settings must be corrected.

3. Locate the pushrods between the swashplate and the mixer levers (4618.150); the adjustment is made at the ball-links on both ends of these pushrods: unscrew the links to raise the blade, screw them in to lower it.

11.2 Adjusting the motor

Please be sure to read the operating instructions supplied with your motor before you start this section.

The correct matching of collective pitch and throttle when the helicopter is hovering is of crucial importance to the model's flying characteristics and performance. For example, if the pitch of the main rotor blades is too high, the motor may not reach the rotational speed intended, and this may cause you to think that the motor is not powerful enough for the job. The fact that the motor will overheat and thereby lose more power tends to reinforce that idea. For this reason first set the hovering collective pitch value exactly as described earlier in these instructions, then match the motor settings to that.
Although most motors nowadays are supplied with the carburettor factory-adjusted to approximately the right settings, final adjustment of the needle valves can only be made under practical test conditions. Most motors now feature twin-needle carburettors, and in this case the starting point for adjusting the idle / mid-range needle is to screw it in to the point where it just dips into the needle valve on the opposite side when the carburettor is half-open.



Typical twin-needle carburettor

For your first attempt at starting the motor open the needle valve 1½ to 2 full turns from closed, connect the glowplug to the plug battery and start the motor by engaging the adaptor on the electric starter in the teeth of the fan and switching the starter on.

Caution: when the motor starts withdraw the electric starter from the fan teeth immediately, otherwise you could damage the model.

When the motor is running, slowly increase throttle/collective pitch. If the fuel mixture is too „rich" and the model fails to lift off, close (screw in) the needle valve in small stages. In order to set the motor correctly for hovering you will need to adjust the idle needle, which also governs the mid-range settings. Note that any adjustment you make here is also influenced by the needle valve setting. Carefully close (screw in) the idle needle until the motor runs smoothly at hover, without any tendency to cut due to an excessively rich mixture. If motor speed is then too low, increase the hover throttle setting at the transmitter. Never attempt to increase the motor speed for hovering by setting the idle needle too lean.
The final needle valve setting can only be made with the model flying under power with „full collective", and for this reason you are bound to start by „feeling your way" slowly to the correct setting.

If in any doubt, always set the mixture on the „rich" side. Initial hovering flights should always be carried out with the motor set distinctly rich.

12. General safety measures

- Take out adequate third-party insurance cover.
- Wherever possible join the local model flying club.

12.1 At the flying site:

- Never fly your model above spectators.
- Do not fly models close to buildings or vehicles.
- Avoid flying over agricultural workers in neighbouring fields.
- Do not fly your model in the vicinity of railway lines, major roads or overhead cables.

12.2 Pre-flight checks, flying safety:

- Before you switch on the transmitter check carefully that no other model flyer is using the same frequency.
- Carry out a range check with your RC system.
- Check that the transmitter and receiver battery are fully charged.
- Whenever the motor is running take particular care that no item of clothing can get caught on the throttle stick.
- Do not let the model fly out of safe visual range.
- There should always be a safe reserve of fuel in the tank. Never keep flying until the fuel runs out.

12.3 Post-flight checks:

- Clean oil residues and dirt from the model and check that all screws etc. are still tight.
- Look for wear and damage to the helicopter, and replace worn parts in good time.
- Ensure that the electronic components such as battery, receiver, gyro etc. are still securely fixed. Remember that rubber bands deteriorate with age and may fail.
- Check the receiver aerial. Conductor fractures inside the flex are often not visible from the outside.
- If the main rotor should touch the ground when spinning, replace the blades. Internal blade damage may not be visible from the outside.
- Never carry the model by the tail boom: too firm a grip can easily deform the tail rotor pushrod.

13. A few basic terms used in model helicopter flying

The term „rotary wing machine" indicates that the helicopter's lift is derived from rotating „wings" which take the form of rotor blades. As a result, a helicopter does not require a minimum forward speed in order to fly, i.e. it can hover.

13.1 Cyclic pitch

Cyclic pitch variation is used to steer the machine around the roll and pitch axes. Changing cyclic pitch has the effect of altering blade pitch depending on its position in the circle. The effect is caused by tilting the swashplate, which then effectively tilts the helicopter in the required direction.

13.2 Collective pitch

Collective pitch provides control over vertical movement, i.e. for climb and descent. The pitch of both rotor blades is altered simultaneously.

13.3 Torque compensation

The spinning rotor produces a torque moment which tends to turn the whole helicopter in the opposite direction. This effect must be accurately neutralised, and that is the purpose of the tail rotor. Tail rotor blade pitch is altered to vary torque compensation. The tail rotor is also used to control the model around the vertical (yaw) axis.

13.4 Hovering

This is the state in which the helicopter flies in a fixed position in the air, without moving in any direction.

13.5 Ground effect

Ground effect is a phenomenon which only occurs when the machine is close to the ground, and it falls off as altitude rises. At an altitude of about 1 - 1.5 times the rotor diameter, ground effect is completely absent. Normally the revolving airflow from the main rotor is able to flow away freely, but in ground effect the air strikes a fixed obstacle (the ground) and forms an „air cushion". In ground effect a helicopter can lift more weight, but its positional stability is reduced, with the result that it tends to „break away" unpredictably in any direction.

13.6 Climb

Any excess power above that required for hovering can be exploited to make the helicopter climb. Note that a vertical climb requires more energy than an angled climb, i.e. one which includes forward motion. For this reason a model with a given amount of motor power will climb more rapidly at an angle than vertically.

13.7 Level flight

A helicopter absorbs least power when flying straight and level at about half-power. If you have trimmed the machine carefully for a steady hover, it will tend to turn to one side when flown forward. The reason for this phenomenon is that the rotor blade which is moving forward encounters an increased airflow caused by the wind, and this increases its upthrust compared with the blade which is moving downwind, where the same airflow has to be subtracted. The net result is a lateral inclination of the helicopter.

13.8 Descent

If the helicopter's rotor speed is relatively low and you place the helicopter in a fast vertical descent, the result may be that insufficient air flows through the rotor. This can cause what is known as a „turbulence ring", i.e. the airflow over the blade airfoil breaks away. The helicopter is then uncontrollable and will usually crash. A high-speed descent is therefore only possible if the helicopter is moving forward, or if the rotor is spinning at high speed. For the same reason care should be exercised when turning the model helicopter downwind after flying into wind.

13.9 Flapping motion of the rotor blades

As we have already seen, the forward-moving blade produces greater upthrust than the other blade. This effect can be minimised by allowing the forward-moving blade to rise and the other blade to fall. The rotor head is fitted with what is known as a flapping hinge to allow this movement, and this prevents the rotor plane tilting excessively in forward flight. In model helicopters a single hinge shared by both blades has proved a good solution to the problem.

13.10 Auto-rotation

This term refers to a helicopter flying without motor power. The rotational speed of the main rotor can be kept high by setting both blades to negative pitch, and the airflow through the rotor as it descends then keeps the blades turning. The rotational energy stored in the rotor by this means can be converted into upthrust when the helicopter is close to the ground, by the pilot applying positive collective pitch. Of course, this can only be done once, and it has to be done at the correct moment. Auto-rotation allows a model helicopter to land safely when the motor fails, just like a full-size machine.

However, auto-rotation places considerable demands on the pilot's judgement and reflexes; you can only halt the machine's descent once, and you must not „flare" too early or too late. Much practice is required to get it right.

Graupner / heim

MECANIQUE

UNI 2000

Réf. N° 4448.LN, Mécanique non montée, sans moteur

Avertissement !

Le modèle d'hélicoptère R/C réalisé avec ce kit de montage n'est pas un jouet ! C'est un appareil volant complexe qui par suite d'une mauvaise manipulation peut causer de sérieux dégâts matériels et personnels.
Vous êtes seul responsable de son montage correct et de la sécurité de son utilisation.
Veuillez impérativement observer les conseils de sécurité donnés sur les feuilles additives jointes SHW3 et SHW7 qui font partie de ces instructions.

GRAUPNER GmbH & Co. KG D-73230 KIRCHHEIM/TECK GERMANY
Sous réserve de modifications! ID# 52055 5/04

Avant-propos:

La mécanique d'hélicoptère UNI-2000 est conçue pour des moteurs à deux temps de 10 à 15 cm3.

En liaison avec l'un des kits de fuselage à acquérir séparément, elle permettra la réalisation d'un modèle d'hélicoptère universel ultra-moderne aussi bien adapté pour l'entraînement que pour la voltige et la compétition.

Grâce à la bonne accessibilité de tous les éléments importants, les travaux courants d'entretien et de réparation seront largement facilités aussi bien en atelier que sur le terrain.

La mécanique UNI-2000 pourra être montée aussi bien dans un modèle d'entraînement pour débutant avec une simple cabine et une poutre arrière que dans un fuselage aérodynamique en fibre de verre semi-maquette. Dans chaque cas et grâce à l'utilisation de pièces en polyamide renforcé en fibre de verre très résistant et absorbant les vibrations, il en résultera un modèle d'hélicoptère d'un très faible poids en ordre de vol qui présentera ainsi une grande réserve de puissance, laquelle pourra être utilisée par les pilotes expérimentés pour la voltige extrême ainsi que par le débutant pour faciliter le réglage optimal de son modèle ou pour le montage d'accessoires supplémentaires, comme par ex. un train d'atterrissage d'entraînement.

La mécanique UNI-2000 Graupner/Heim se distingue entre autres par les particularités de construction suivantes:

- Structure de la mécanique largement composée de pièces en polyamide renforcé en fibre de verre très résistant et absorbant les vibrations.
- Réducteur principal à deux étages avec pignonerie en Delrin fraisé pour un bon rendement et une haute résistance.
- Pignonerie interchangeable permettant l'adaptation du rapport de démultiplication à différentes tailles de modèles et de diamètres de rotor principal.
- Remarquable accessibilité à tous les éléments importants facilitant les travaux de réparation et d'entretien.
- Connexion exempte de jeu, rigide et directe des fonctions de commande par le montage des servos immédiatement en dessous du plateau cyclique. Réponse précise des commandes par le transfert de tous les mixages nécessaires dans l'électronique de l'émetteur.

- Soufflerie à haute efficacité pour le refroidissement du moteur.
- Disposition "en ligne" du silencieux dans la sous-structure de la mécanique permettant une faible largeur de fuselage et idéalement adaptée pour les moteurs à échappement arrière; les moteurs à échappement latéral sont néanmoins utilisables.

Avertissements:

- **Le modèle réalisé avec ce kit de montage n'est pas un jouet inoffensif! Un mauvais montage et/ou une utilisation incorrecte ou irresponsable peuvent causer de sérieux dégâts matériels et personnels.**
- **Un hélicoptère possède deux rotors tournant à haut régime qui développent une forte énergie centrifuge. Tout ce qui pénètre dans le champ de rotation des rotors sera détruit ou pour le moins fortement endommagé, de même que les membres du corps humain! De grandes précautions doivent ainsi être prises!**
- **Tout objet entrant dans le champ de rotation des rotors sera non seulement détérioré, mais aussi les pales du rotor. Des pièces peuvent ainsi se détacher et être projetées avec une extrême violence en mettant l'hélicoptère en péril avec des conséquences incalculables.**
- **Une perturbation de l'installation R/C, provenant par exemple d'un parasitage extérieur, la panne d'un élément R/C ou due à une source d'alimentation vide ou défectueuse peuvent aussi avoir de graves conséquences pour un hélicoptère; il peut partir soudainement dans n'importe quelle direction sans prévenir!**
- **Un hélicoptère comprend un grand nombre de pièces soumises à l'usure, comme par ex. la pignonerie du réducteur, le moteur, les connexions à rotule, etc… Un entretien permanent et un contrôle régulier du modèle sont ainsi absolument nécessaires. Comme pour les véritables hélicoptères, une « Check-List » devra être effectuée avant chaque vol pour détecter une éventuelle défectuosité et pouvoir y remédier à temps avant qu'elle ne conduise à un crash!**
- **Ce kit de montage contient deux feuilles additives SHW3 et SHW7 donnant des conseils de sécurité et des avertissements; veuillez impérativement les lire et les observer, car elles font partie de ces instructions!**
- **Ce modèle d'hélicoptère devra être monté et utilisé uniquement par des adultes ou par des adolescents à partir de 16 ans sous les instructions et la surveillance d'une personne compétente.**
- **Les pièces métalliques pointues et les bords vifs présentent un danger de blessure.**
- **Comme pour un véritable aéronef, toutes les dispositions légales doivent être prises. La possession d'une assurance est obligatoire.**
- **Un modèle d'hélicoptère doit être transporté (Par ex. vers le terrain de vol) de façon à ce qu'il ne subisse aucune détérioration. Les tringleries de commande du rotor principal et l'ensemble du rotor de queue sont des parties particulièrement fragiles.**

- **Le pilotage d'un modèle d'hélicoptère n'est pas simple; son apprentissage nécessite de l'entraînement et une bonne perception optique.**
- **Avant la mise en service du modèle, il sera indispensable de se familiariser en matière de « Modèles d'hélicoptères ». Ceci pourra se faire aussi bien en consultant les ouvrages spécialisés sur le sujet, que par la pratique en assistant à des**

démonstrations sur les terrains de vol, en parlant avec d'autres pilotes de modèles d'hélicoptères ou en s'inscrivant dans une école de pilotage. Votre revendeur vous aidera aussi volontiers.

- **Lire entièrement ces instructions avant de commencer les assemblages afin d'en assimiler parfaitement les différents stades et leur succession!**
- **Des modifications avec l'emploi d'autres pièces que celles conseillées dans ces instructions ne devront pas être effectuées, leur qualité de fabrication et leur sécurité de fonctionnement ne pouvant être remplacées par d'autres pièces accessoires.**
- **Comme le fabricant et le revendeur n'ont aucune influence sur le respect des instructions de montage et d'utilisation du modèle, ils ne peuvent qu'avertir des dangers présentés en déclinant toute responsabilité.**

Exclusion de responsabilité/Dédomagements

Le respect des instructions de montage et d'utilisation ainsi que les conditions d'installation dans le modèle, de même que l'utilisation et l'entretien de l'installation de radiocommande ne peuvent pas être surveillés par la Firme Graupner.
En conséquence, nous déclinons toute responsabilité concernant la perte, les dommages et les frais résultants d'une utilisation incorrecte ainsi que notre participation aux dédommagements d'une façon quelconque.
Tant qu'elle n'est pas impérativement contrainte par le législateur, la responsabilité de la Firme Graupner pour le dédommagement, quelque soit la raison de droit, se limite à la valeur marchande d'origine Graupner impliquée dans l'accident. Ceci n'est pas valable dans la mesure ou la Firme Graupner serait contrainte par la législation en vigueur pour une raison de grande négligence.

Sommaire:

- Avant-Propos S.2
- Avertissements S.3
- Accessoires, articles supplémentaires nécessaires S.6
- 1. Montage de la mécanique principale S.7
- 2. Montage de l'installation R/C S.24
- 3. Assemblage de la tête du rotor principal S.28
- 4. Assemblage de la transmission du rotor de queue S.33
- 5. Montage du palonnier de renvoi et du pont de commande S.34
- 6. Montage de la tête du rotor de queue S.36
- 7. Pales du rotor, finition et équilibrage S.37
- 9. Travaux de réglage S.38
- 10. Contrôle final avant le premier vol S.41
- 11. Réglages durant le premier vol, réglage du plan de rotation . . S.42
- Conseils de réglage pour le moteur S.43
- 12. Mesures de précaution générales S.44
- 13. Quelques principes de base sur le vol d'un hélicoptère S.45

Informations concernant ces instructions

Afin de réaliser un montage impeccable de l'hélicoptère et de pouvoir ensuite le faire voler en toute sécurité, ces instructions ont été rédigées avec beaucoup d'attention. Ceci non seulement à l'intention du débutant, mais aussi à celle des experts qui devront effectuer les montages stade par stade, exactement comme il va être décrit à la suite.

- Il appartient au modéliste de s'assurer du blocage de tous les vis et de vérifier les assemblages particuliers ainsi que d'effectuer les travaux de réglage nécessaires; ceci est aussi valable pour les kits de montqage livrés prémontés, qui doivent être vérifiés en correspondance.

- Le montage de la mécanique se fera conformément aux illustrations qui sont accompagnées de textes explicatifs.

- La visserie marquée par ce symbole doit être bloquée avec du freine-filet, par ex. Réf. N°952 ou avec de la colle pour paliers, Réf. N°951; dégraisser préalablement les emplacements correspondants.

- Tous les paliers lisses, sur roulements à billes ou à aiguilles devront être soigneusement lubrifiés. Ceci vaut également pour toutes les connexions à rotule et les pignons; même si cela n'est pas répété dans les instructions qui vont suivre.

- La liste des pièces, les pièces détachées et les dessins en éclaté correspondants se trouvent à la fin de ces instructions.

Articles supplémentaires nécessaires (Non fournis dans le kit de base de la mécanique)

Moteurs et accessoires conseillés pour la mécanique UNI-2000:

Moteur	Cylindrée ccm	Réf. N°	Coude d' échappement	Silencieux	Silencieux-résonateur
OS MAX 61 RX-HGL »C«	9,95	1892	2239A -	- 2253	2240 oder 2250 -
OS MAX 61 SX- HGL »C«	9,97	1890	2238A	2258	2240 oder 2250
OS MAX 91 FX / SX- HGL	14,95	1922, 1935	2238A	2258	2240 oder 2250

Embrayage/ Rapport de démultiplication, en fonction du moteur et du diamètre du rotor

Moteur (Exemple)	ϕ du rotor env.	Démultiplication	Cloche d'embrayage	Embrayage centrifuge	Cône de serrage	Couronne
OS MAX 61 RX/SX-HGL »C« Réf. N° **1890, 1892** ...	150 cm	**9:1**	4448.124	4448.79	4448.77	4448.107A
OS MAX 91 FX / SX- HGL Réf. N° **1922, 1935**	150 cm	**7,7:1**	4448.126A	4448.79A	4448.77	4448.107C
OS MAX 91 FX / SX- HGL Réf. N° **1922, 1935**	180 cm	**10:1**	4448.122	4448.79A	4448.77	4448.107A
OS MAX 91 FX (modifié) Réf. N° **1816**	150cm	**7,7:1**	4448.126	4448.79A	4448.77A	4448.107C

Pales de rotor principal adaptées, (en fonction du kit de fuselage choisi) par ex.

Réf. N° 1246B	Fibre de verre, Profil S,	longueur 688mm	ϕ Rotor 1551mm
Réf. N° 1266	Fibre de carbone, symétrique,	longueur 686mm	ϕ Rotor 1547mm
Réf. N° 1272	Fibre de carbone, S-Schlag,	longueur 825mm	ϕ Rotor 1825mm

Batterie de démarrage, par ex.:
Accu de démarrage 2 V, Réf. N°3694 ou 771 (résistance de protection Réf. N°1685 ou 1694).

Carburant: AeroSynth COMPETITION SX-10 Réf. N°2811 (de préférence)

Starter: Starter électrique, Réf. N°1628 ou 1626 (Batterie pour starter 12 V, Réf. N°2593).

Ensemble R/C (Voir dans le catalogue général Graupner FS):
Un ensemble R/C équipé des options spéciales pour hélicoptère est conseillé, ou un ensemble à micro-ordinateur, par ex. mc-12, mc-14, mc-15, mc-19, mc-22 ou mc-24.
L'équipement minimum doit comprendre un émetteur avec un mixeur de plateau cyclique sur 3 points et 5 servos pour les fonctions Nick, Roll, Pas, Rotor de queue et Gaz.

Fonctions R/C:

Plateau cyclique transversal	:	Fonction Roll (Transversal) droite/gauche
Plateau cyclique longitudinal	:	Fonction Nick (Longitudinal) avant/arrière
Rotor de queue	:	Pivotement sur l'axe de lacet (Anti-couple)
Gaz et Pas	:	Montée et descente
A conseiller en supplément	:	Stabilisation de l'anti-couple par un gyroscope Régulation électronique du régime du rotor principal

Servos (utiliser uniquement des servos à grande puissance), par ex.: C 4421, Réf. N°3892

Gyroscopes:
Système de gyroscope PIEZO 5000, Réf. N°5146 avec le Super-servo DS-8700G, Réf. N°5156, ou : systèmes de gyroscope PIEZO 550, Réf. N°5147, G490T, Réf. N°5137,

Régulateur de régime électronique: mc-HELI-CONTROL, Réf. N°3286.

Alimentation de la réception: Pour des raisons de sécurité, utiliser uniquement un accu de réception d'une capacité d'au moins 1800 mA. L'utilisation du **Cordon d'alimentation Power**, Réf. N°3050 en liaison avec l'accu de réception 4RC-3000 MH, Réf. N°2568 est particulièrement conseillée. Le **Contrôleur d'accus NC**, Réf. N°3155 permettra un contrôle permanent de la tension de l'accu.

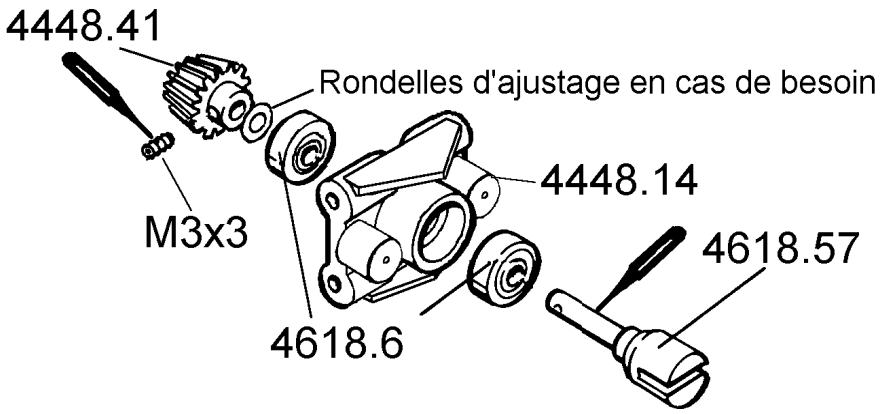
1. Montage de la mécanique principale:

La mécanique UNI-2000 est composée en grande partie de pièces en polyamide renforcé fibre de verre, un matériau qui, comparativement à l'aluminium par exemple, offre d'importants avantages dans la construction d'un modèle d'hélicoptère, tels qu'une grande solidité pour un faible poids, une haute résistance à l'usure et la faculté d'absorber le bruit et les vibrations de la propulsion. Les mécaniques ainsi réalisées possèdent la robustesse et la rigidité nécessaires et avantageuses en cas d'atterrissage « dur », car les pièces restent soit intactes (et ainsi d'une durée d'utilisation illimitée), ou elles cassent et doivent alors être définitivement remplacées. Une déformation du châssis, qui n'est pas toujours visible, mais qui limite la durée de vie des autres éléments, influence la fonctionnalité ou même la sécurité de l'ensemble du système n'est pas possible avec cette structure, comparativement aux mécaniques métalliques.
Les nombreux avantages de la construction en polyamide ont pour seul inconvénient la nécessité d'un montage consciencieux et soigné ainsi qu'un ajustage des éléments, une légère rectification des pièces pouvant aussi être occasionnellement nécessaire. Mais le soin apporté ici garantira une longue durée de vie du modèle et une faible usure.

Arbres, paliers, ajustages

Presque toutes les pièces en rotation de la mécanique sont montées sur roulements à billes. Dans ces montages, il est très important que l'arbre entre à force et ne puisse pas tourner dans l'anneau intérieur du roulement, ce qui pourrait échauffer ce dernier (il prendrait alors une couleur bleue ou jaune…) et détériorer le palier en le rendant inutilisable. Dans un cas extrême, le palier pourrait s'échauffer jusqu'à faire fondre le porte-palier en polyamide et l'arbre ne serait plus maintenu. Cela ne proviendrait naturellement pas d'un défaut de la matière du porte-palier, mais d'un mauvais ajustage du palier.
Une autre suite possible d'un ajustage trop libre entraînant le glissement de l'arbre dans l'anneau intérieur du roulement est une diminution du diamètre de l'arbre au niveau du palier; le pignon monté sur l'arbre perdrait alors son engrènement correct en provoquant une usure prématurée de la denture jusqu'à une rupture.
L'ajustage entre les arbres et les roulements à billes est très serré dans le système Graupner/Heim pour éviter les problèmes décrits ci-dessus. Cependant, par suite des différences dans les tolérances d'ajustage entre le palier et l'arbre, il se peut qu'un ajustage soit trop serré, c'est-à-dire que le palier ne puisse pas être glissé sur l'arbre. Dans ce cas, l'arbre devra être rectifié en conséquence avec du papier abrasif fin (Grain 600 à 1200) jusqu'à ce que le palier puisse être introduit dessus avec une pression modérée.
Avec un ajustage trop libre, également dû aux différences de tolérance, le palier sera collé sur l'arbre avec de la colle pour palier LOCTITE 603 pour garantir une fixation ferme. Il faut noter que plus l'ajustage est serré, plus cette colle liquide prend rapidement: dans certaines conditions, il ne reste que quelques secondes pour placer correctement le palier sur l'arbre avant qu'il ne soit irrémédiablement fixé.
Lorsqu'un arbre est monté sur plusieurs paliers, il faut éviter que ces derniers soient contraints l'un contre l'autre dans le sens axial. Ceci peut être obtenu soit par un ajustage totalement exact des deux paliers sur l'arbre ou par une combinaison d'un ajustage serré et d'un ajustage plus libre: un palier sera fermement fixé sur l'arbre par emmanchement à force ou par collage et l'autre pourra encore être déplacé axialement sur l'arbre par une pression modérée, de sorte que la position optimale sera obtenue d'elle-même après montage.
D'une façon générale, plus le diamètre de l'arbre est faible et plus le régime est élevé, plus grand est le risque que le palier tourne dans le porte-palier. Plus faible est la différence entre les diamètres intérieur et extérieur des paliers, plus grand est le risque de contrainte de ces derniers l'un contre l'autre.
Tout cela devra être pris en considération dans chaque cas particulier pour obtenir une sécurité de fonctionnement et une fiabilité maximum. Dans les instructions qui vont suivre, il sera en outre indiqué à chaque fois quelle fixation doit se faire soit avec du freine-filet liquide, soit avec de la colle pour palier.

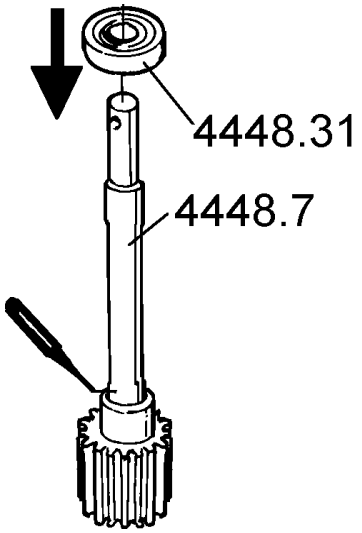
1.1 Assemblage de la transmission du rotor de queue *(Sachet U2-1A)*

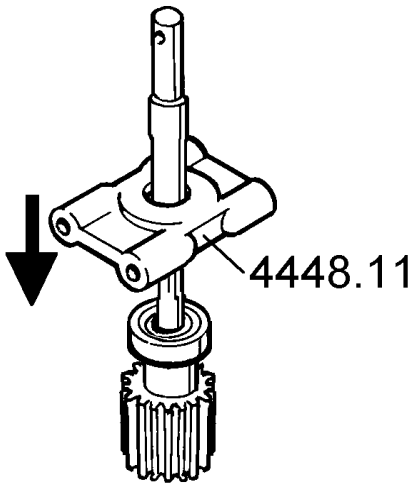


L'arbre de l'accouplement rapide 4618.57 ne doit présenter aucun jeu axial dans le palier 4618.6. Si l'ajustage de l'arbre dans celui-ci n'est pas assez serré, coller l'arbre avec de la colle pour palier 603, Réf. N°951. Pour cela, glisser d'abord le palier arrière sur l'arbre enduit de colle 603 jusqu'en butée contre la fourche de l'accouplement. Attendre la prise de la colle qui, selon l'ajustage, peut demander entre 20 secondes et 30 minutes. Introduire entièrement cet ensemble dans le porte-palier 4448.14 (jusqu'en butée) , puis glisser le palier avant avec une application de colle 603 sur l'arbre et dans le porte-palier, jusqu'en butée. Vérifier immédiatement (avant la prise de la colle !) si l'arbre peut encore tourner librement ou s'il n'est pas devenu dur par une contrainte axiale du palier. Dans ce dernier cas, frapper légèrement sur l'extrémité de l'arbre (Par ex. avec la poignée d'un tournevis) ou (plus fortement) sur le porte-palier jusqu'à ce que l'axe puisse tourner librement, puis laisser durcir la colle.
Placer maintenant une rondelle d'ajustage et le pignon 4448.41 sur l'extrémité avant de l'arbre, contre le palier avant et le fixer dans cette position avec les deux vis pointeau. Pour cela, appliquer d'abord du freine-filet liquide (Réf. N°952) dans les taraudages du pignon et serrer la première vis pointeau de façon à ce quelle repose sur le méplat de l'arbre ; pour cela, tourner légèrement le pignon sur l'arbre pour faire correspondre la vis avec le méplat, puis la serrer modérément. Serrer maintenant la vis pointeau opposée et la bloquer fermement, puis bloquer définitivement la première vis pointeau. Cette façon de procéder assurera une rotation du pignon sans faux-rond sur l'arbre.

1.2 Montage de l'arbre primaire *(Sachet U2-1B)*

Coller le palier inférieur 4448.31 sur l'arbre primaire 4448.7 avec de la colle 603 (Réf. N°951) en butée contre le pignon, puis laisser durcir la colle. Insérer l'arbre avec le palier dans le porte-palier inférieur 4448.11.

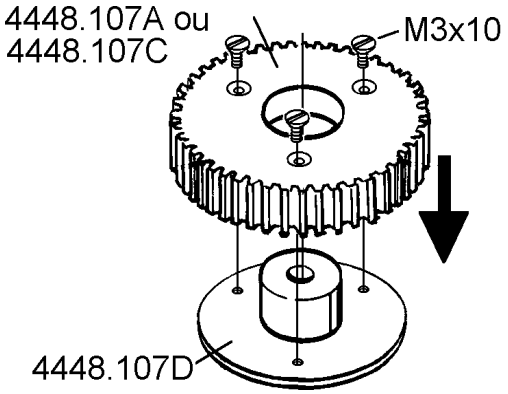




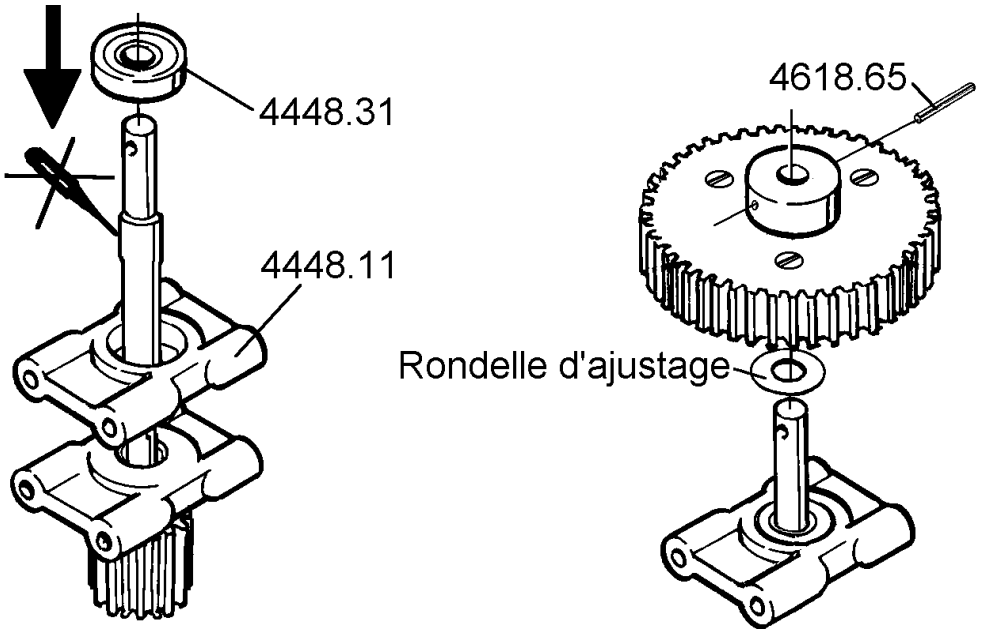
Pour l'adaptation à différents moteurs, le rapport de démultiplication du réducteur de la mécanique UNI-2000 pourra être changé par le remplacement de la couronne du premier étage (Voir aussi le tableau en page 6).

- Pour un modèle de taille normale avec un diamètre de rotor d'environ 150 cm et un puissant moteur à deux temps de 10 cm^3, utiliser le rapport de démultiplication de 9:1 avec un pignon de 24 dents sur la cloche d'embrayage engrenant une couronne de 54 dents.
- Pour les moteurs à deux temps de 15 cm^3 avec un diamètre de rotor à partir de 180 cm, l'utilisation du rapport de démultiplication de 10:1 est prévu avec un pignon de 22 dents sur la cloche d'embrayage engrenant une couronne de 54 dents.
- Pour les moteurs à deux temps de 15 cm^3 avec un diamètre de rotor d'environ 150 cm, utiliser le rapport de démultiplication de 7,7:1 dans l'intérêt d'un amortissement optimal du bruit, avec un pignon de 26 dents sur la cloche d'embrayage engrenant une couronne de 50 dents.

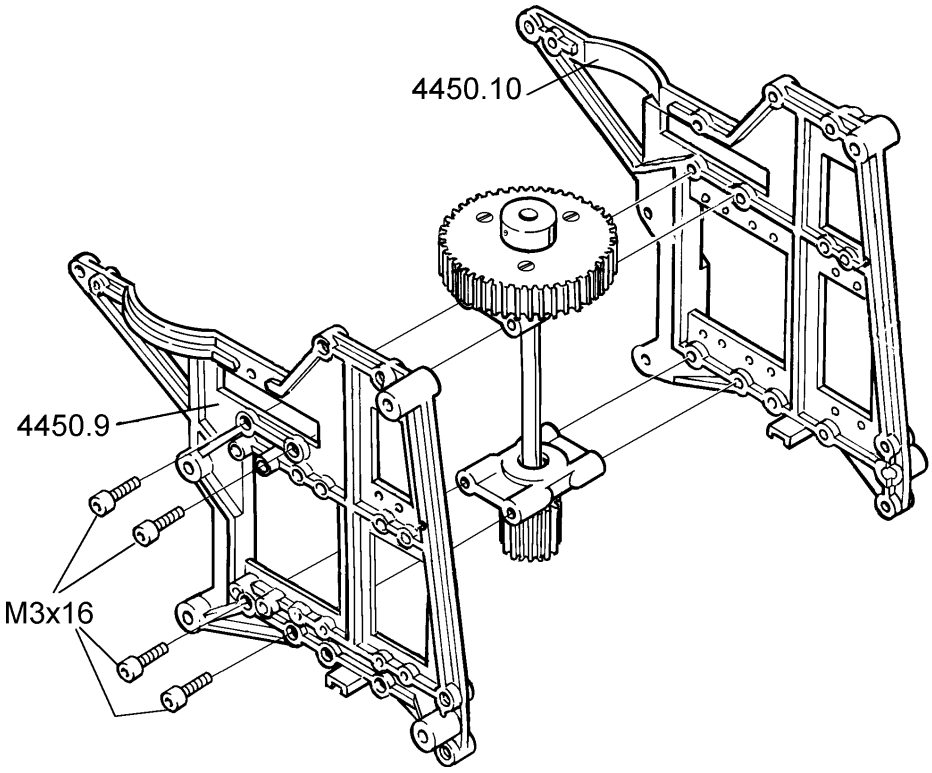
Selon le rapport de démultiplication prévu, soit la couronne 4448.107A (54 dents) ou la couronne 4448.107C sera placée sur le flasque 4448.107D et fixée par trois vis à tête fraisée M3x10. Bien bloquer ces vis, mais sans contraindre la couronne afin qu'elle puisse ensuite tourner sans toucher le plateau cyclique.



Enfiler le porte-palier 4448.11 d'abord desserré sur l'arbre (Veiller au sens de montage; l'ouverture de ce porte-palier est à orienter vers le *haut*), puis introduire le palier supérieur 4448.31 suivi d'une rondelle d'ajustage et de la couronne préalablement montée. Faire correspondre le perçage transversal de l'arbre avec celui du flasque de la couronne et insérer soigneusement la goupille tubulaire 4618.65, cependant pas trop profondément afin qu'elle puisse être retirée le cas échéant.



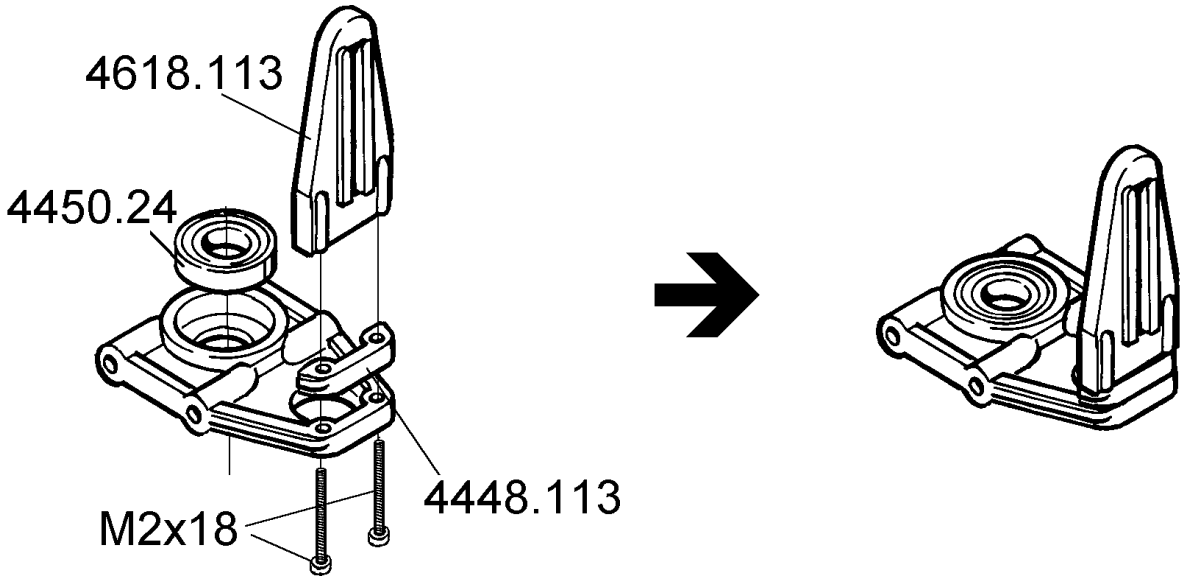
Insérer maintenant le palier 4448.31 dans le porte-palier 4448.11 et introduire cet ensemble par le haut contre la rondelle d'ajustage sous la douille de la roue libre. Monter provisoirement cet arbre primaire assemblé de cette façon entre les flancs de la mécanique 4450.9 et 4450.10 pour vérifier si dans l'état actuel si le palier supérieur s'aligne au-dessus de la rondelle d'ajustage sur le flasque de la couronne ou s'il subsiste un espace qui devra être compensé par d'autres rondelles d'ajustage. Ne pas comprimer le palier en ajoutant trop de rondelles d'ajustage!



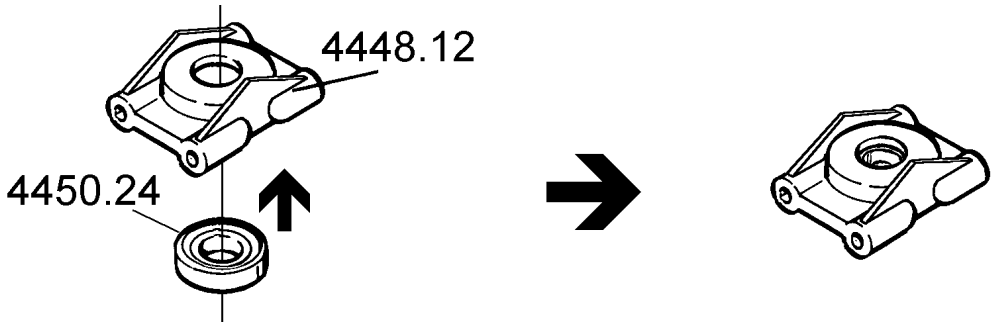
Lorsque l'espace est correctement réglé, insérer entièrement et définitivement la goupille tubulaire dans le flasque de la couronne, puis vérifier la libre rotation de l'arbre dans les paliers et l'établir le cas échéant en donnant de légers coups sur ses extrémités.

1.3 Préparation du palier du rotor principal *(Sachet U2-1C)*

Monter le guide du plateau cyclique 4618.113 et la pièce d'écartement 4448.113 sur la porte-palier supérieur 4448.8 avec 2 vis à tête cylindrique M2x18. Insérer un roulement à billes 4450.24 dans le porte-palier supérieur 4448.12 (Graisser le roulement).

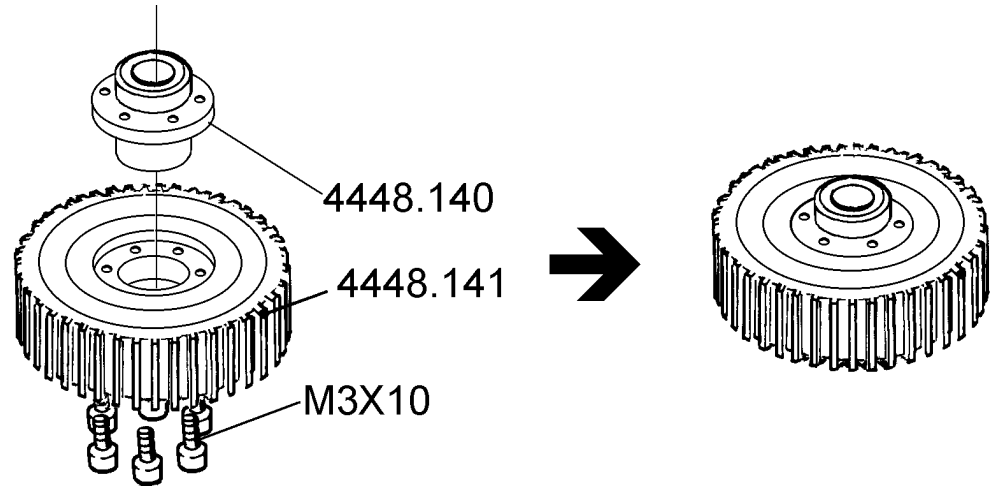


Insérer un roulement à billes 4450.24 par le dessous dans le porte-palier inférieur de l'arbre du rotor principal 4448.12.

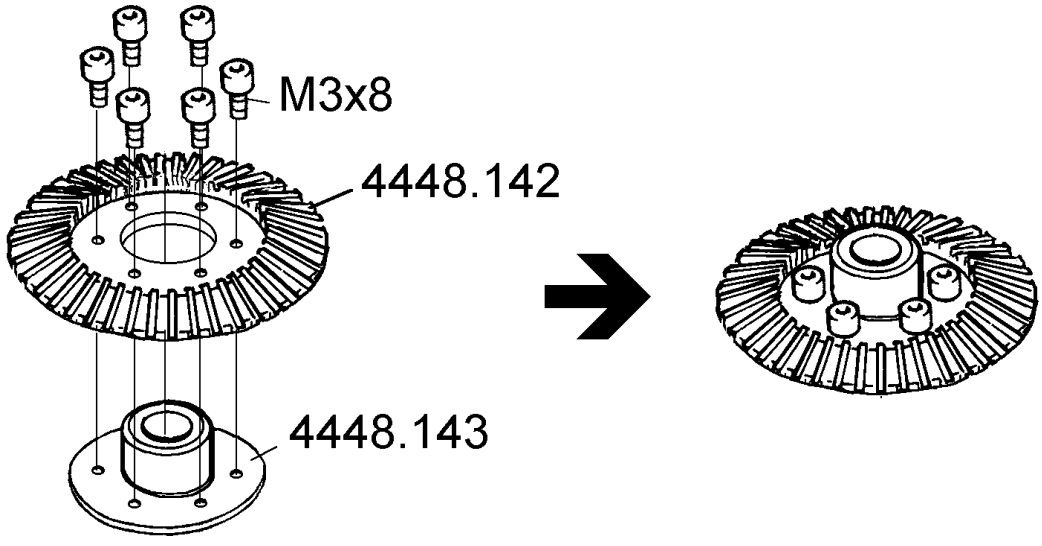


1.4 Préparation de la couronne principale *(Sachet U2-1D)*

Insérer le moyeu de la roue libre 4448.140 par la collerette la plus haute dans la couronne 4448.141 et la fixer par le dessous avec six vis BTR M3x10. Bloquer les vis alternativement "en croix" pour ne pas contraindre la couronne.

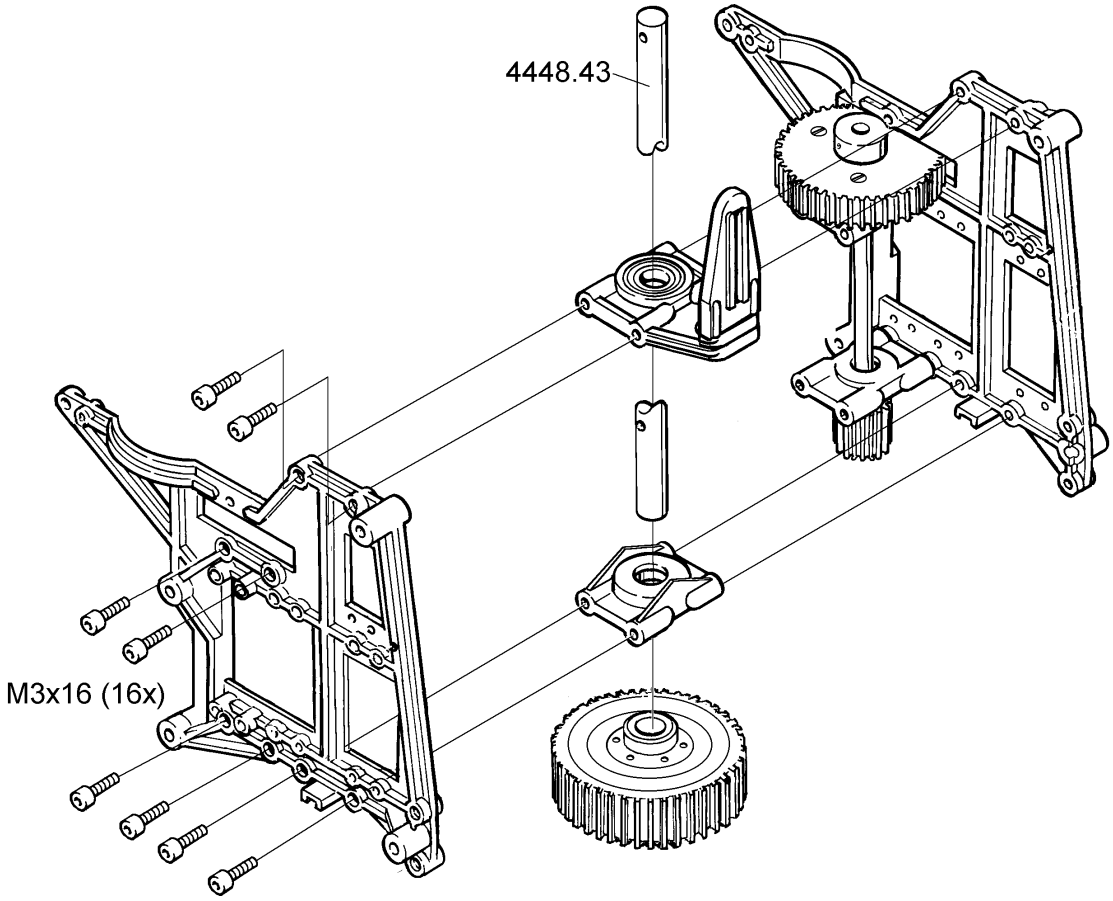


Placer la couronne conique 4448.142 sur le flasque 4448.143 et la fixer sur celui-ci avec six vis BTR M3x8. Bien bloquer également ici les vis "en croix".



1.5 Assemblage du réducteur principal

Monter le porte-palier de l'arbre du rotor principal et le porte-palier supérieur entre les flancs de la mécanique 4450.9 et 4450.10 avec des vis BTR M3x16. Introduire provisoirement l'arbre du rotor principal 4448.43 au travers des deux paliers de façon à ce la couronne avec la roue libre puisse engrener le pignon de l'arbre primaire.



Régler maintenant le jeu d'engrènement de cette paire de pignons; la charge admise, la solidité et la longévité de la mécanique dépendant principalement de ce réglage, de sorte qu'il devra être très soigneusement effectué.
Il faudra d'abord obtenir que la couronne tourne sans jeu (avec un peu de "dur") sur le pignon. Le jeu d'engrènement entre la couronne et le pignon de l'arbre primaire sera ensuite réglé en desserrant un peu les vis BTR 3x16 dans les porte-paliers et en les re-bloquant après avoir introduit une bande de papier à lettre épais entre les dentures.

***Note**: L'engrènement de ces deux pignons dépend entre autres des tolérances de fabrication des paliers dans lesquels les inserts en laiton peuvent être légèrement décalés.*

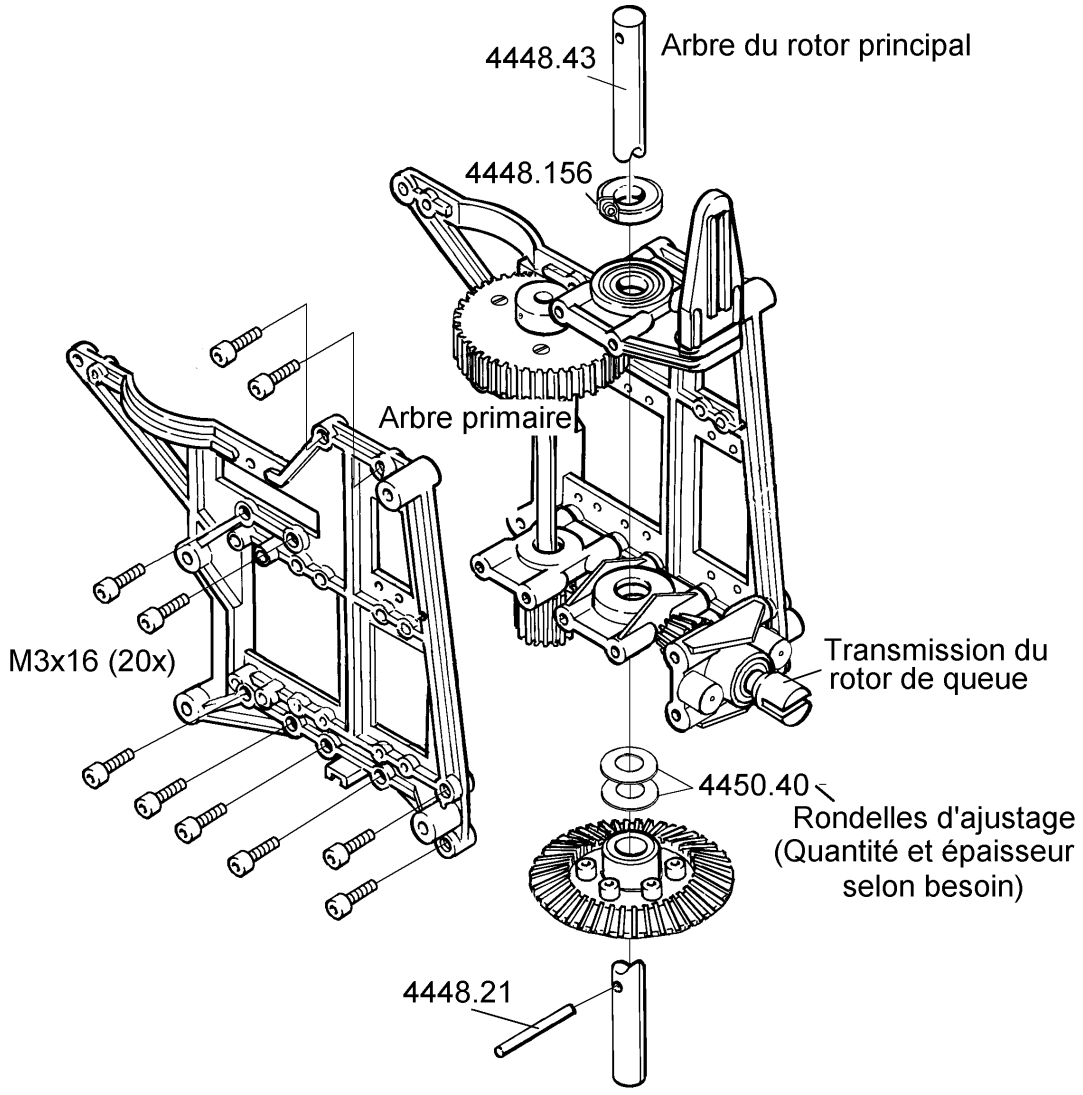
Si un jeu d'engrènement est déjà perceptible après le premier assemblage, il faudra d'abord démonter le porte-palier inférieur de l'arbre du rotor principal et le remonter après l'avoir tourné horizontalement sur 180°.

- Si l'engrènement est maintenant devenu dur, on pourra lors régler le jeu comme décrit ci-dessus.
- Si le jeu est trop faible, sans être totalement inexistant, on pourra aussi remonter le porte-palier inférieur de l'arbre primaire après l'avoir tourné horizontalement sur 180° afin que le jeu puisse être supprimé dans chaque cas et réglé comme décrit ci-dessus.
- Si le jeu est trop important, ce stade de montage devra être recommencé avec les porte-paliers remis dans leur position d'origine. Le jeu pourra alors être supprimé dans ce cas également en tournant le porte-palier inférieur de l'arbre primaire et réglé ensuite comme préalablement décrit.

Monter la transmission du rotor de queue assemblé au Stade 1.1 entre les flancs de la mécanique également avec des vis BTR M3x16.

Introduire l'arbre du rotor principal 4448.43 avec quelques rondelles d'ajustage par le côté où le perçage transversal est éloigné d'environ 26mm de son extrémité au travers des deux porte-paliers et de la couronne jusqu'à ce que la goupille 4448.21 puisse être introduite dans le perçage transversal.

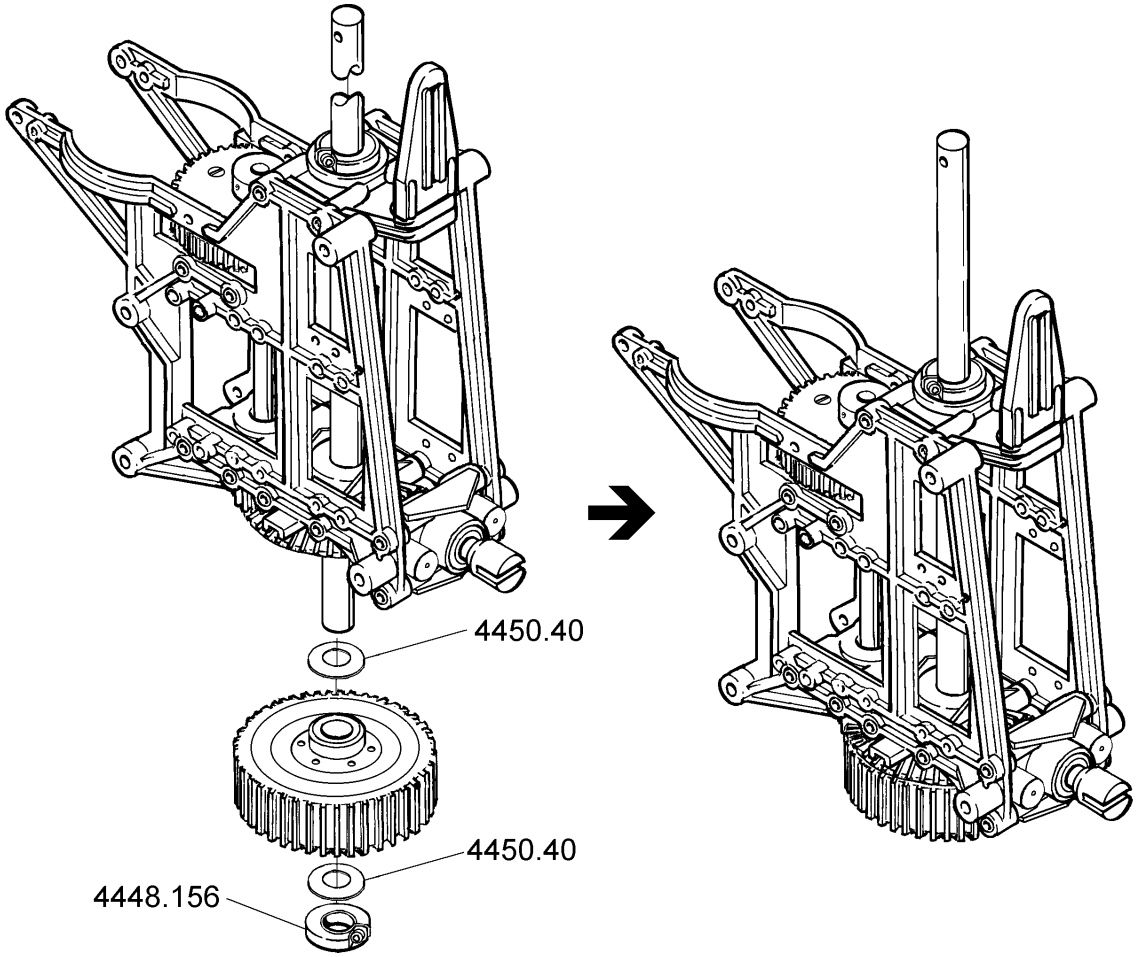
Note: *Comme la couronne engrène le pignon de l'arbre primaire à l'arrière de son bord extérieur, faire sortir d'abord l'arbre du palier inférieur de l'arbre du rotor principal juste suffisamment pour pouvoir "enfiler" les rondelles d'ajustage. Présenter ensuite la couronne et l'introduire sur l'arbre du rotor en correspondance.*



Tirer alors l'arbre du rotor principal vers le haut de façon à engager totalement la goupille dans la rainure sous le flasque de la couronne et que cette dernière s'aligne sur le palier inférieur de l'arbre du rotor avec les rondelles d'ajustage interposées, par où elle engrène le pignon 4448.41 de la transmission du rotor de queue. Introduire le joint Spi 4448.156 par le haut sur l'arbre du rotor principal et le pousser contre le palier supérieur, de façon à ce que l'arbre n'ai aucun jeu axial dans celui-ci. Vérifier maintenant la libre rotation de la transmission du rotor de queue; le pignon 4448.41 doit engrener la couronne, sans forcer à un endroit quelconque, mais aussi sans jeu perceptible. En cas de dureté, d'autres rondelles d'ajustage devront être interposées entre le flasque de la couronne et le palier inférieur, s'il subsiste du jeu, retirer des rondelles.

Effectuer ce réglage très soigneusement, car la solidité de la transmission du rotor de queue en dépend.

Placer sur la partie de l'arbre du rotor principal dépassant sous le flasque de la couronne dans l'ordre suivant: une rondelle d'ajustage 4450.40, l'ensemble de la couronne avec la roue libre (pour cela, engrener la couronne avec le pignon de l'arbre primaire), une autre rondelle d'ajustage 4450.40 et le joint Spi 4448.156 (avec la collerette d'appui vers le haut). Appliquer un peu de graisse au dessus et en dessous entre les rondelles d'ajustage et le moyeu de la roue libre. Tirer le joint Spi vers le haut de façon à ce que la couronne puisse tourner librement dans le palier de la roue libre, mais sans que l'ensemble présente un jeu axial sur l'arbre du rotor principal. Le réducteur doit maintenant tourner librement, sans serrer ou accrocher à un endroit quelconque ; autrement une rectification sera nécessaire.

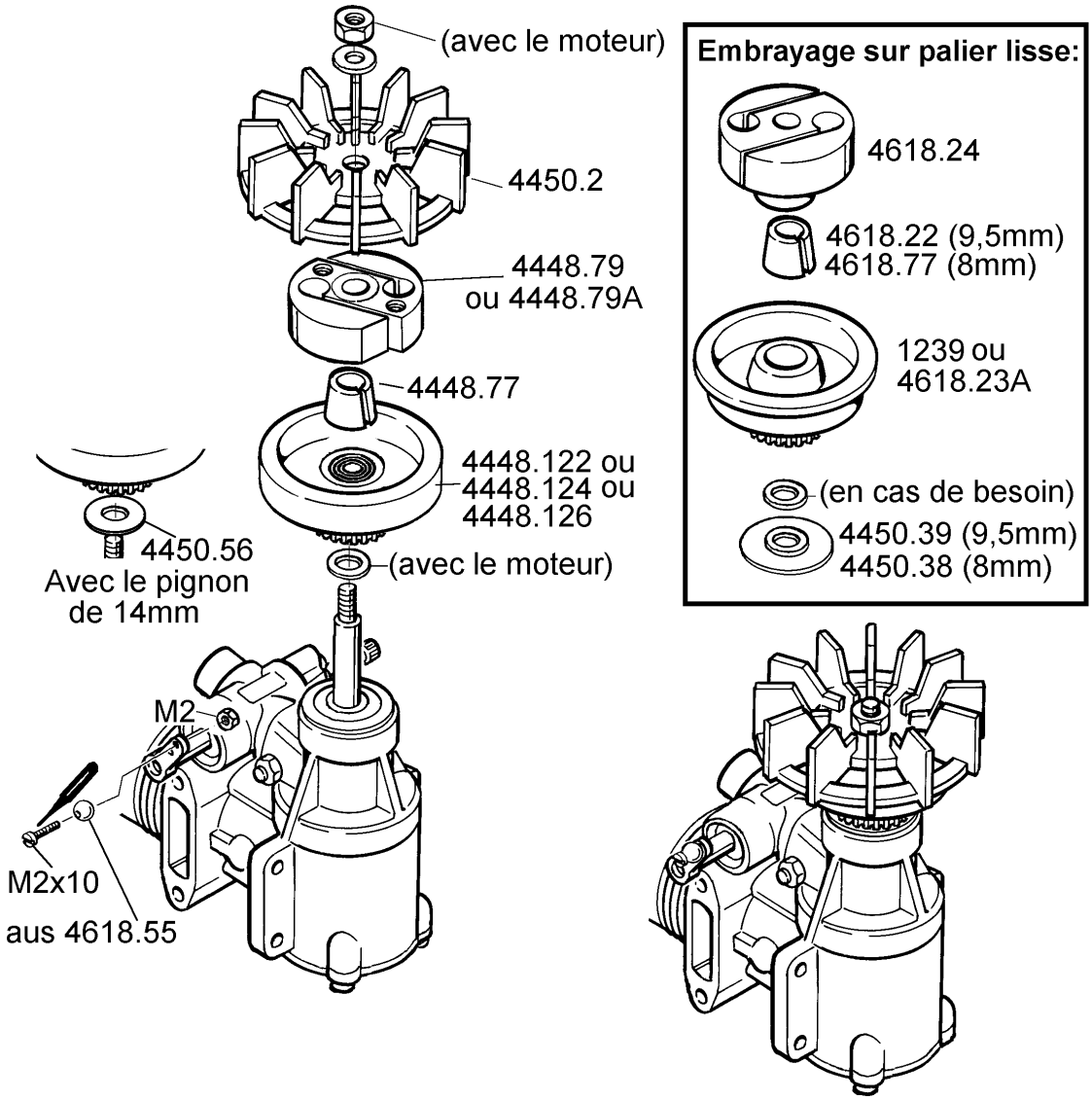


1.6 Montage du moteur *(Sachet U2-2)*

1.6.1 Préparation du moteur

Le moteur prévu pour cette mécanique est équipé d'un vilebrequin à décolletage long Graupner/Heim (ϕ 8mm). D'autres moteurs pourront cependant être montés sur initiative personnelle avec l'utilisation de l'embrayage monté sur palier lisse, disponible séparément.
Selon le moteur et le rapport de démultiplication prévus (Voir le tableau en page 6), sélectionner la cloche d'embrayage avec pignon correspondante; si celle-ci est déjà en possession (Conversion, échange de moteur), il conviendra de s'assurer qu'elle est pourvu du bon pignon, ou le cas échéant de monter un pignon de rechange adapté. Le pignon des cloches d'embrayage métalliques montées sur roulements à billes comprend un taraudage à pas à gauche. Pour remplacer le pignon existant, le dévisser dans le sens horaire et revisser le pignon de rechange sur la cloche dans le sens contra-horaire (le cas échéant avec une application de freine-filet). Veiller à ce que la bague d'écartement placée entre les deux roulements à billes présente la longueur correcte. Lorsque les roulements à billes du pignon devront être changés, il faudra tout d'abord les extraire de celui-ci avec une broche adaptée placée **au-dessus de l'anneau extérieur**. Pour insérer les nouveaux roulements, il faudra utiliser deux broches plates

pour répartir régulièrement la force sur les anneaux extérieur et intérieur afin de ne pas contraindre le palier.
Pour empêcher une contrainte du palier en bloquant l'écrou du vilebrequin, il est préférable de ne pas bloquer d'abord totalement le pignon avant d'insérer le palier. Lors du montage de l'embrayage sur le vilebrequin (Voir le paragraphe suivant), on appliquera un peu de freine-filet liquide sur le filetage et on pourra alors après montage (avec l'anneau intérieur des roulements pressés l'un contre l'autre) régler la libre rotation de l'anneau extérieur en tournant légèrement le pignon sur le filetage.
Selon le moteur, différents embrayages centrifuges seront aussi utilisés: l'embrayage normal 4448.79 est partiellement alésé intérieurement et comprend des masselottes un plus courtes que celles de l'embrayage 4448.79A non alésé qui sera utilisé pour les moteurs à faible régime (moteurs de 15 cm^3 à deux temps).
Après avoir retiré l'écrou du vilebrequin (la rondelle livrée avec le moteur reste sur le vilebrequin) placer sur celui-ci dans l'ordre suivant: la cloche d'embrayage, le cône de serrage 4448.77, l'embrayage 4448.79 ou 4448.79A et la turbine de refroidissement 4450.2, puis visser l'écrou du vilebrequin et bien le bloquer. Monter une chape à rotule avec une vis M2x10 et un écrou sur le trou extérieur du levier du carburateur.



Note:
Il existe deux pignons d'une hauteur différente sur la cloche d'embrayage métallique de la mécanique UNI-2000: la version actuelle avec un pignon d'une hauteur de 10mm et une ancienne version avec un pignon d'une hauteur de 14mm. Concernant le pignon supérieur de 14 mm, veuillez utiliser, non pas la rondelle livrée avec le moteur, mais une rondelle plus fine N°4450.56 et le bâti moteur droit doit être changé par le bâti moteur gauche.

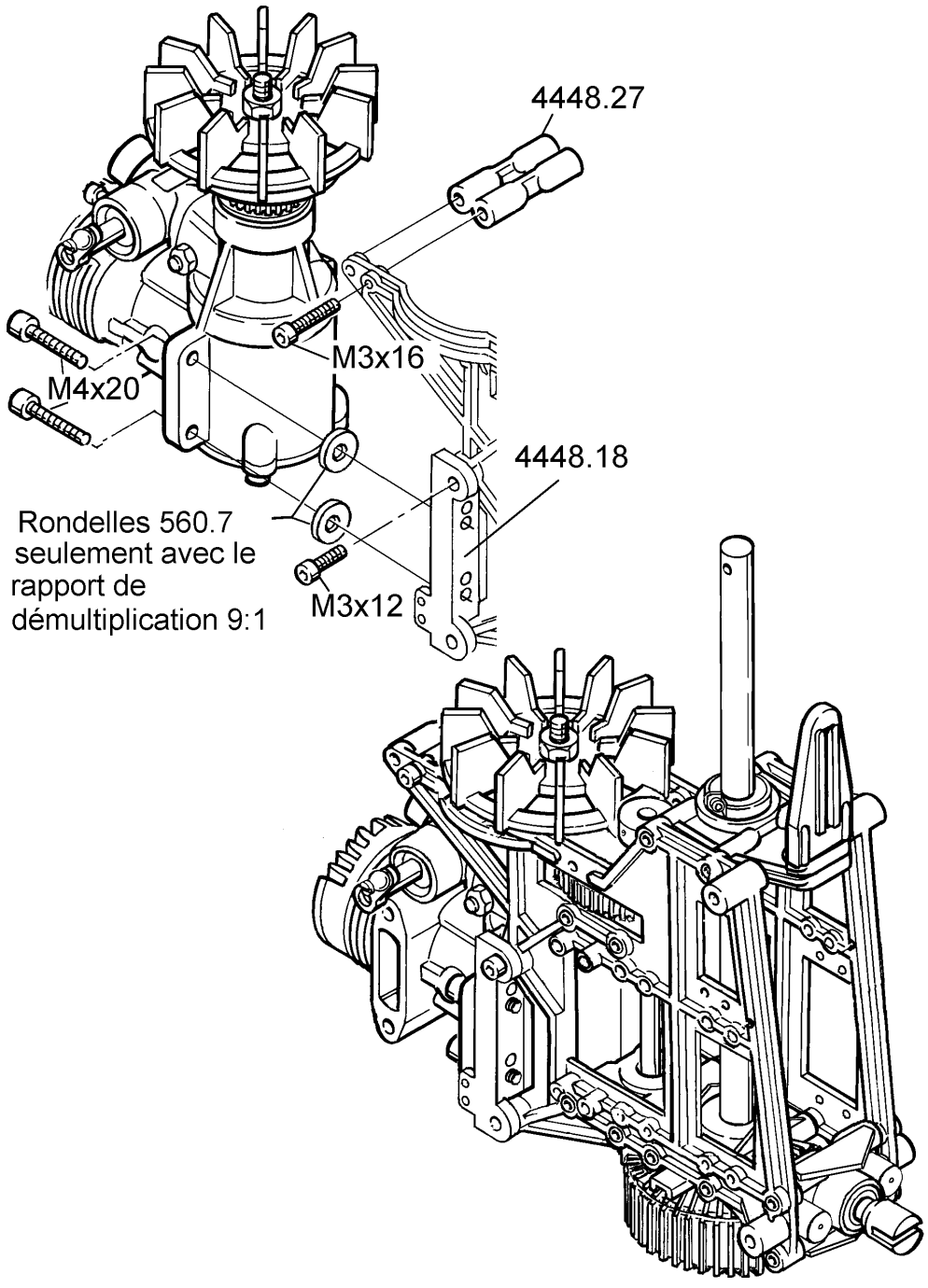
Le blocage de l'embrayage sur le vilebrequin se fait exclusivement par la pression du cône de serrage sur le décolletage de ce dernier et dans la partie femelle du cône de l'embrayage. Il est préférable de monter d'abord l'embrayage *sans* la turbine de refroidissement et de le bloquer fermement: pour cela, maintenir l'embrayage avec un outil adapté. *En plaçant la cloche d'embrayage sur le vilebrequin, veiller absolument à ce que celle-ci ne soit pas trop poussée vers l'arrière sur ses paliers!* Un embrayage correctement bloqué ne pourra être démonté qu'avec un extracteur (Réf. N°4448.26) après avoir retiré l'écrou du vilebrequin.
Ce dernier ne supporte aucun effort de transmission en fonctionnement, il sert principalement à la fixation de la turbine de refroidissement. Pour cette raison, il est aussi peu important qu'avec l'utilisation du cône de démarrage six pans (Réf. N°4448.103) en liaison avec un pignon d'embrayage haut (ancien) l'écrou du vilebrequin ne puisse être vissé que sur la moitié de son épaisseur: la turbine de refroidissement et le cône de démarrage seront néanmoins suffisamment fixés.
Si la turbine frotte ultérieurement sur le bas du carter de la soufflerie, ce qui peut surtout se produire avec l'utilisation de l'adaptateur de démarrage six pans, interposer alors une rondelle d'une épaisseur correspondante entre l'embrayage et la turbine de refroidissement.

Liste des moteurs / Embrayages / Pignons

Moteur	Démulti-plication	Cloche d' embrayage	Pignon de rechange	Cône de serrage	Embrayage	Couronne
OS MAX 61 SX/RX-HGL"C" Réf. N° 1890 / 1892	9:1	4448.124	4448.224	4448.77	4448.79	4448.107
OS MAX 61 LX / SF / RF Réf. N° 1919	10:1	4448.122	4448.222	4448.77	4448.79	4448.107
OS MAX 91 FX Réf. N° 1816	7,7:1	4448.126	4448.226	4448.77A	4448.79A	4448.107B
OS MAX 91 FX / SX-HGL Réf. N° 1922, 1935	7,7:1	4448.126A	4448.226A	4448.77	4448.79A	4448.107B
OS MAX 91 FX / SX-HGL Réf. N° 1922, 1935	10:1	4448.122	4448.222	4448.77	4448.79A	4448.107
Moteurs sans vilebrequin HEIM	9:1	1239	-	4618.77 ou 4618.22	4618.24	4448.107
Moteurs sans vilebrequin HEIM	10:1	4618.23A	-	4618.77 ou 4618.22	4618.24	4448.107

1.6.3 Montage du moteur préparé

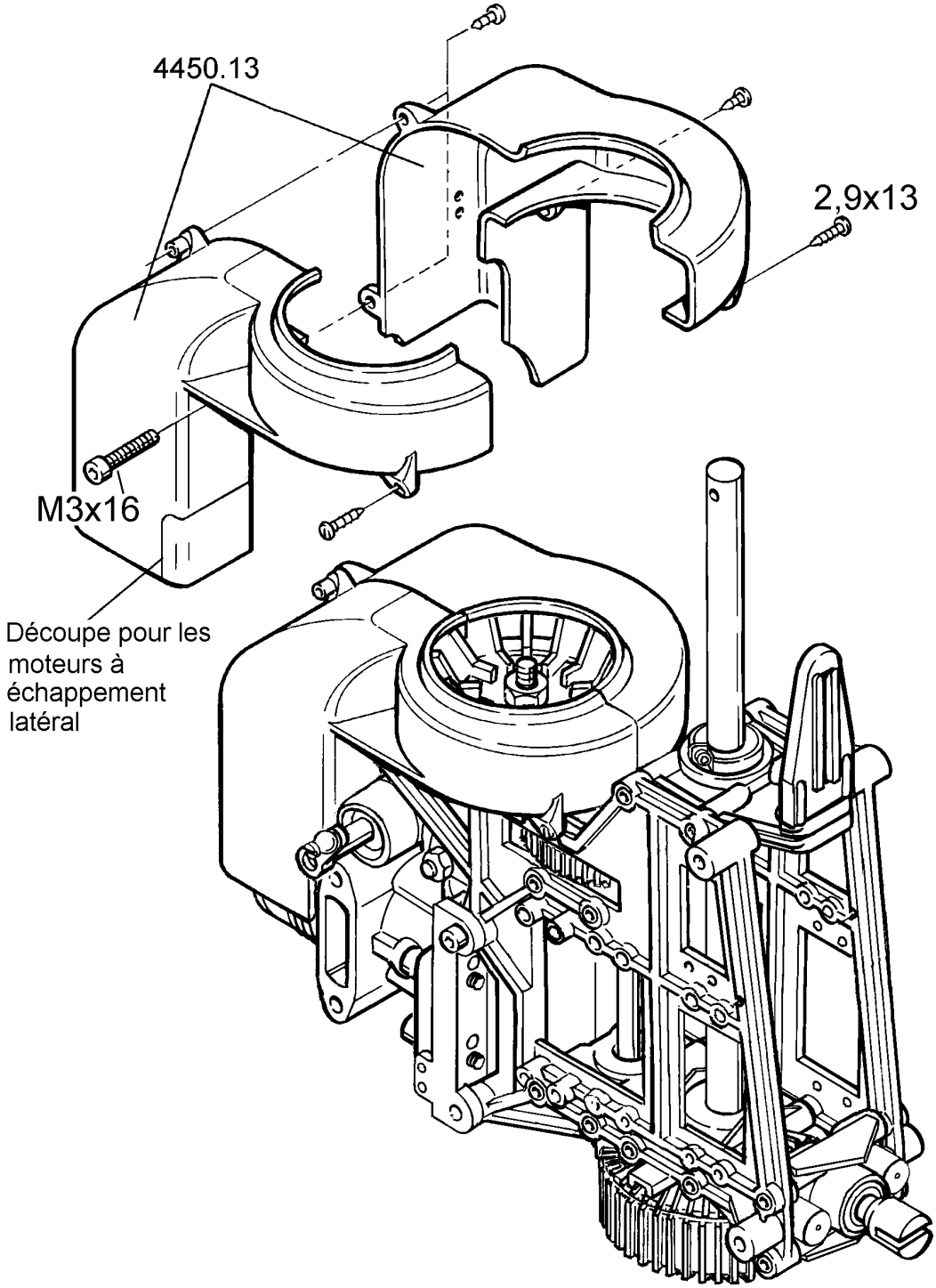
Monter le bâti-moteur 4448.18 sur le moteur avec 4 vis M4x20. Pour le rapport de démultiplication 9:1, interposer les rondelles 560.7 (9/4,3x0,8) entre les pattes de fixation du moteur et le bâti. Introduire l'ensemble par l'avant dans la mécanique (en le tournant légèrement) et le fixer avec les vis BTR indiquées. Monter la traverse 4428.27 avec des vis M3x16.



Vérifier que le bâti-moteur universel utilisé 4448.18 soit bien monté:

- Avec les cloches d'embrayage métalliques pourvues d'un pignon de 14mm de hauteur, les taraudages inférieurs de fixation du moteur doivent avoir un écart de **16mm** avec le **bord inférieur** du bâti-moteur; si ce n'est pas le cas, les bras doit et gauche du bâti-moteur devront être permutés.
- Avec les cloches d'embrayage métalliques pourvues d'un pignon de 10mm de hauteur et les cloches d'embrayage en plastique (embrayage sur palier lisse), les taraudages inférieurs de fixation du moteur doivent avoir un écart de **19mm** avec le **bord inférieur** du bâti-moteur. si ce n'est pas le cas, les bras doit et gauche du bâti-moteur devront être à nouveau permutés.

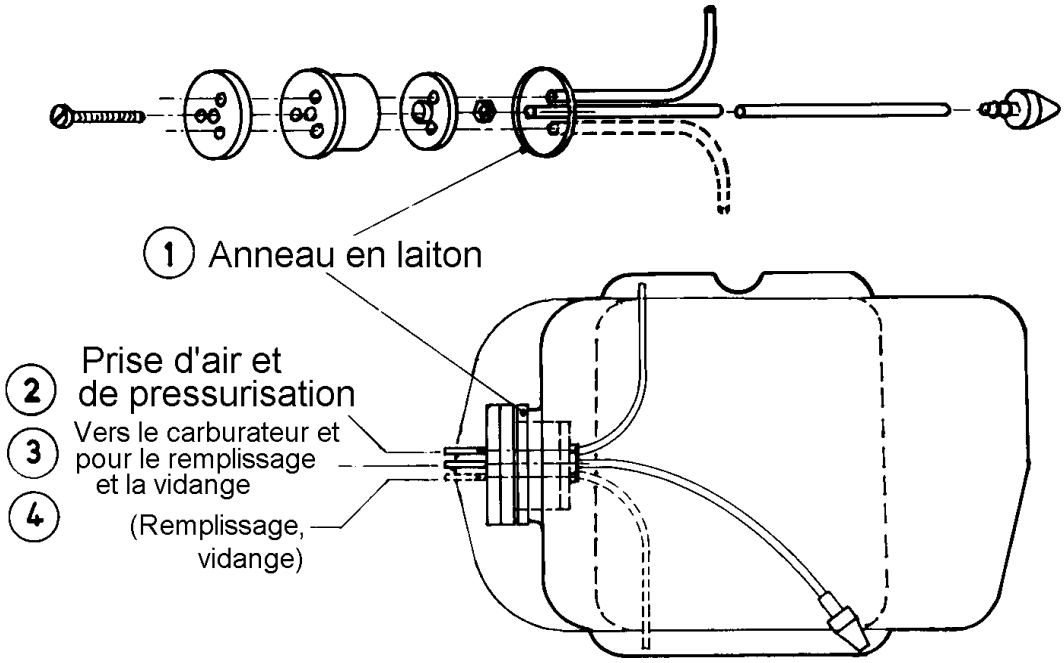
1.6.4 Montage du carter de la soufflerie *(Sachet U2-3)*



L'ouverture dans le carter de la soufflerie pour le passage du carburateur devra être agrandie dans certains cas, selon le moteur utilisé.
Avec les moteurs à deux temps **à échappement latéral**, une ouverture devra de plus être pratiquée dans le côté gauche pour permettre le passage du coude d'échappement (Voir l'illustration); utiliser pour cela une scie à chantourner.
Placer le carter de la soufflerie sur le moteur et le fixer sur la mécanique avec 2 vis parker 2,9x13 à l'arrière et 2 vis BTR M3x16 à l'avant.

1.6.5 Réservoir *(Sachet U2-6)*

La forme du réservoir a été adaptée pour les mécaniques d'hélicoptère; le bouchon de fermeture doit être positionné latéralement sur la droite. Le (ou les) tubes seront courbés conformément au dessin. Les extrémités doivent être orientées verticalement vers le haut et vers le bas. Il conviendra de veiller à ce que le plongeur soit entièrement mobile; en tournant le réservoir à la main, il doit toujours retomber vers le bas. Placer l'anneau en laiton sur le col du réservoir, il empêchera celui-ci d'éclater par la déformation du bouchon en caoutchouc au serrage.
L'assemblage du réservoir est clairement indiqué sur l'illustration. Le bouchon en caoutchouc comprend (en plus du passage pour la vis) deux autre passages pour les tubes de laiton, le troisième est « borgne » (pour une autre utilisation éventuelle), mais il peut être facilement débouché. Après l'assemblage du réservoir, mettre en place la vis centrale dont le serrage écrase le bouchon en caoutchouc en étanchéifiant le tout.
Le tube recourbé vers le haut qui sert de prise d'air sera également utilisé comme prise de pressurisation en le reliant à celle correspondante sur le silencieux. A l'exception du raccordement au plongeur, on utilisera un seul tube (orienté vers le haut), de sorte que le remplissage et la vidange se feront par le raccordement entre le plongeur et le carburateur. Pour cela, la valve de remplissage à deux sens, Réf. N°1657 sera montée dans le perçage prévu sur la console de l'interrupteur et reliée à la durit entre le réservoir et le carburateur; autrement, il faudra à chaque fois déconnecter la durit d'alimentation du carburateur pour effectuer le remplissage.
Le raccordement au carburateur est constitué d'une durit et d'un filtre à carburant en veillant à établir une liaison la plus courte possible.

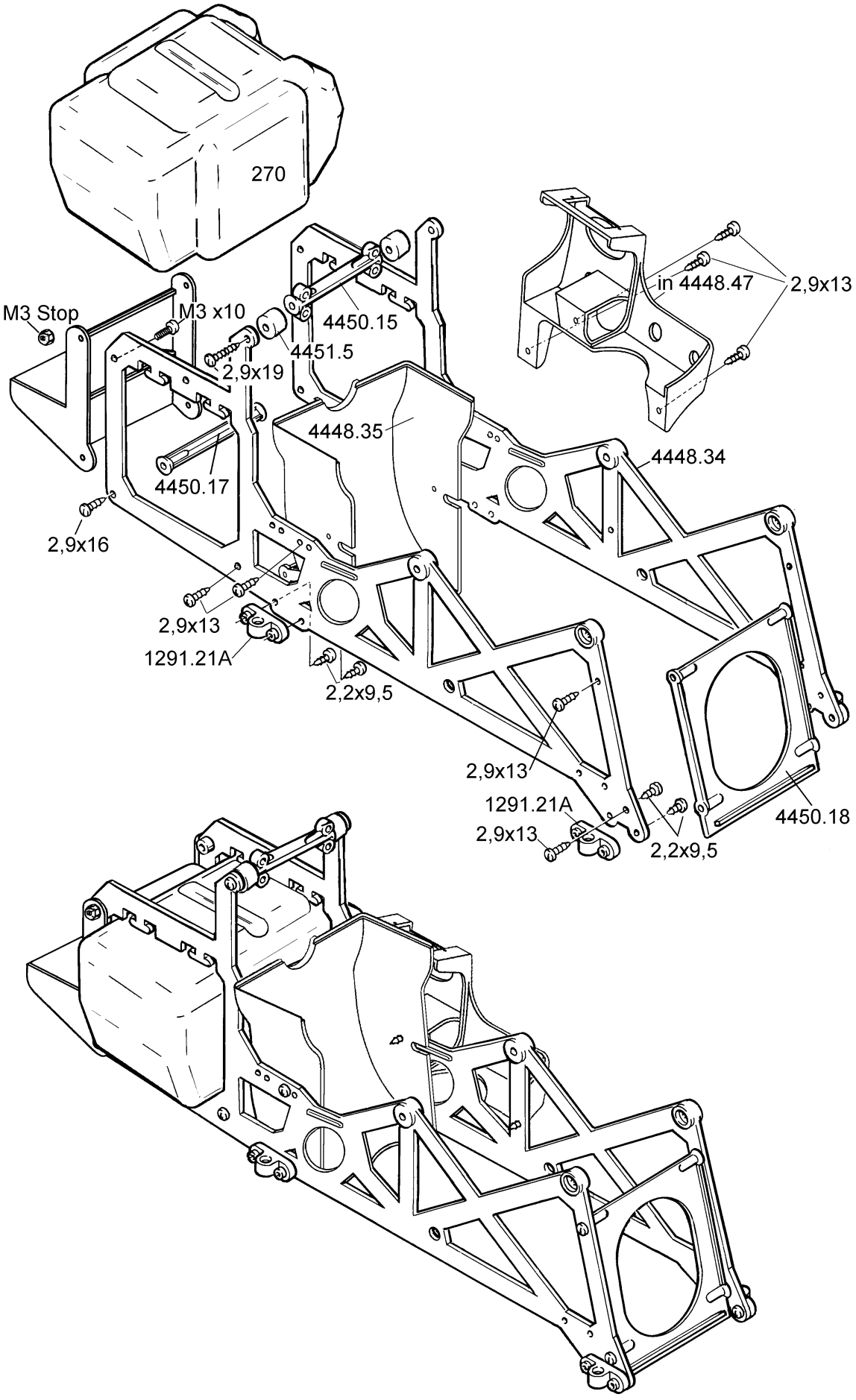

1 Anneau en laiton
2 Prise d'air et de pressurisation
3 Vers le carburateur et pour le remplissage et la vidange
4 (Remplissage, vidange)

1.7 Assemblage de la sous-structure *(Sachet U2-4)*

Assembler la sous-structure avec les pièces représentées sur l'illustration en utilisant les vis indiquées.

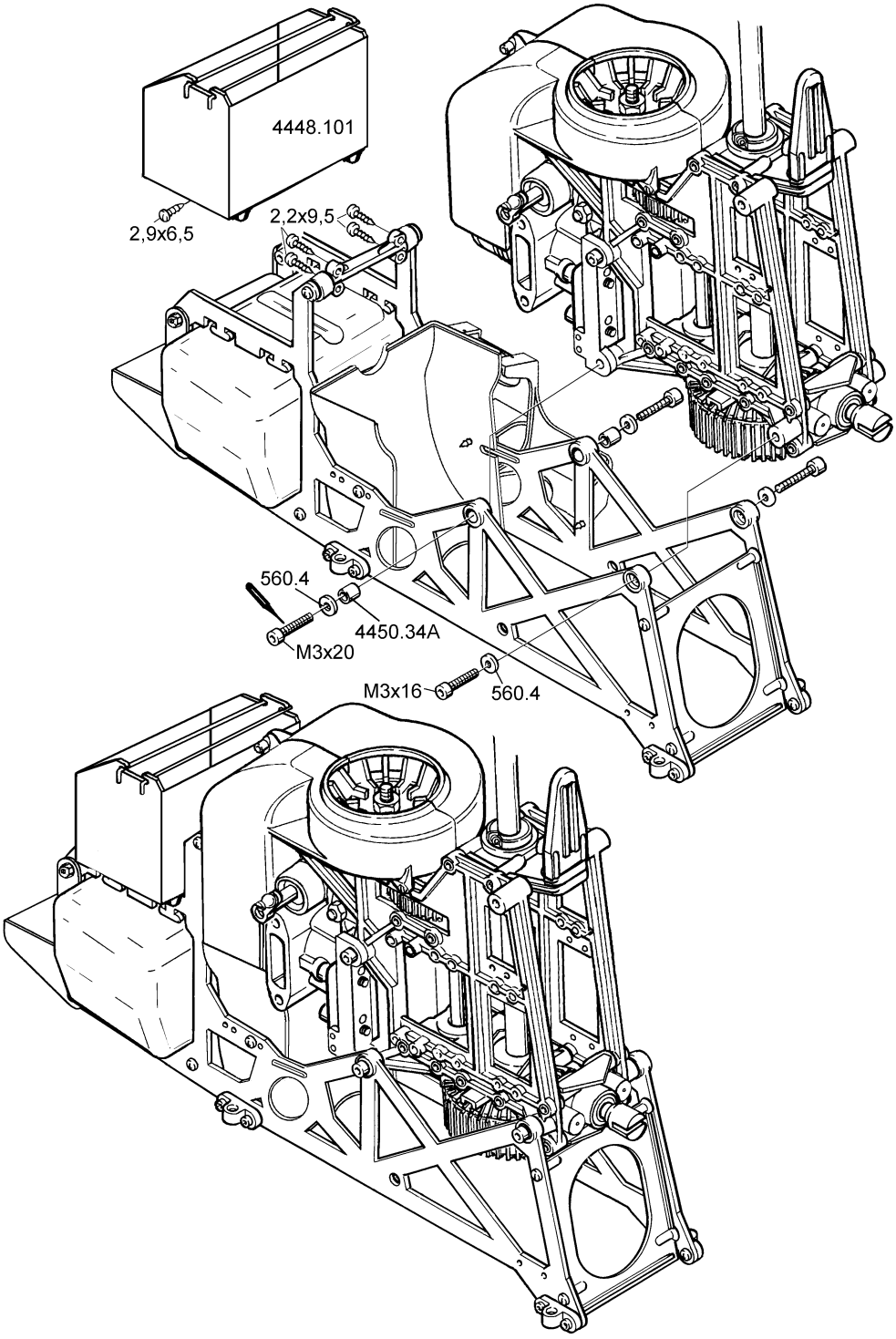
Note:
Les surfaces d'appui du réservoir sont à ébavurer sur le flanc 4448.34.

Avec les cloches d'embrayage pourvues d'un pignon de 14mm de hauteur, l'ouverture dans le conduit d'aération pour l'accès à la bougie devra être agrandi vers le bas de façon à ce que celle-ci puisse être montée et démontée sans problème. Pour vérifier cela, placer le conduit avant son montage contre le bord inférieur du carter de la soufflerie déjà monté.


270
in 4448.47
2,9x13
M3 Stop
M3 x10
4450.15
4451.5
2,9x19
4448.35
4448.34
4450.17
2,9x16
2,9x13
1291.21A
2,2x9,5
2,9x13
1291.21A
2,9x13
2,2x9,5
4450.18

1.8 Montage de la mécanique sur la sous-structure *(Sachet U2-5)*

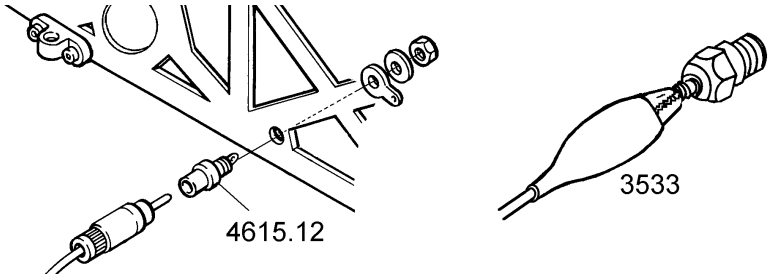
Encastrer le réducteur principal monté au stade 1.6 entre les flancs de la sous-structure avec les pièces de fixation rondes et le fixer à l'arrière avec des vis BTR M3x16 et des rondelles plates. La mécanique sera fixée à l'avant avec des vis BTR M3x20 conformément à l'illustration. Avant de monter le coffret R/C 4448.101, fixer l'adaptateur de structure avant 4450.15 avec des vis parker 2,2x9,5 contre le carter de la soufflerie (après avoir percé des avant-trous de ϕ 1,5mm).



Pour échanger et connecter la bougie, il faudra basculer le coffret R/C sur un côté après avoir retiré les deux vis de fixation latérales.

Le jeu d'engrènement du premier étage du réducteur sera réglé en desserrant légèrement les vis latérales M3x12 dans le bâti-moteur. Introduire une fine bande de papier à lettre serrée entre la denture des pignons et bien re-bloquer les vis dans cette position avec une application de freine-filet. Après avoir retiré la bande de papier, le réducteur doit tourner librement.

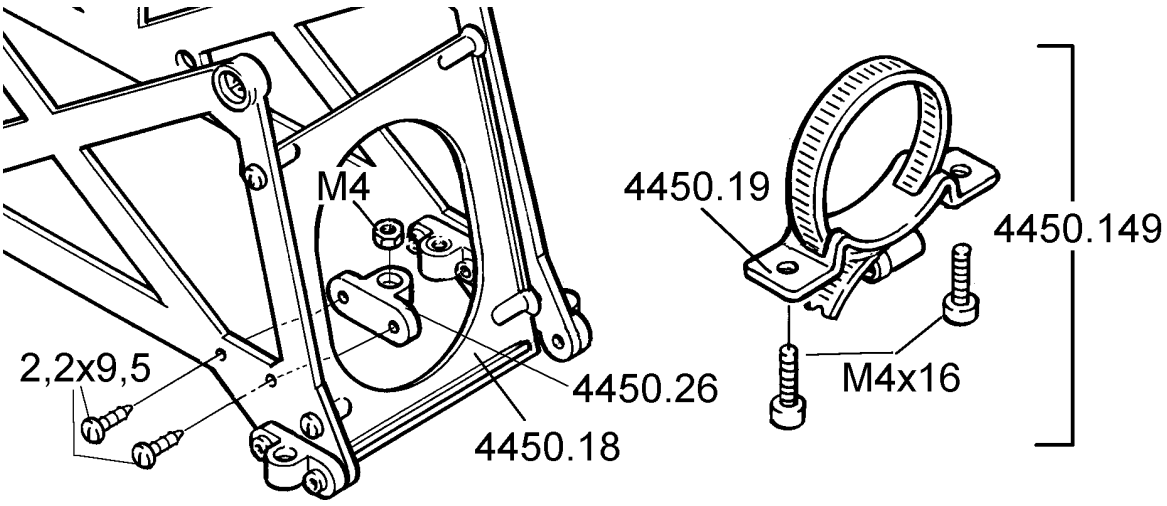
1.9 Raccordement de la bougie *(Sachet U2-6)*



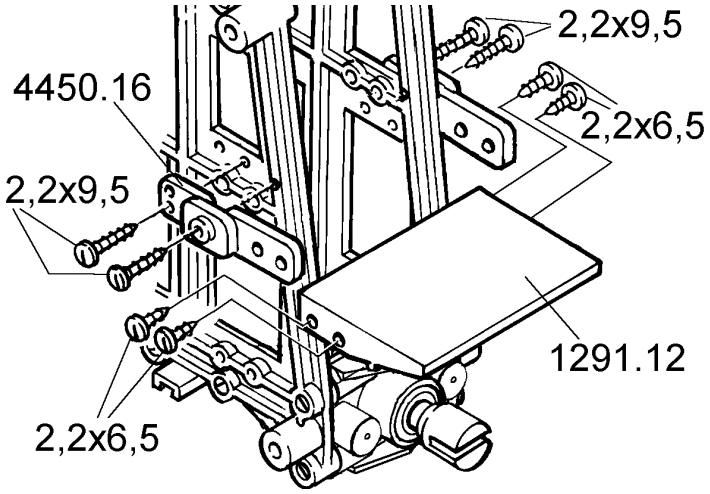
Introduire la fiche femelle du raccordement de la bougie dans l'un des deux perçages de la console de l'interrupteur, ou selon le modèle dans celui du flanc latéral gauche de la sous-structure et placer dessus dans l'ordre; la cosse, la rondelle plate et l'écrou, puis bloquer ce dernier.
Confectionner maintenant la liaison au moteur avec le fil double. Pour permettre un remplacement rapide de la bougie, souder la pince crocodile sur le fil du contact milieu de la fiche femelle et la connecter sur la bougie ; fixer l'autre fil à la masse avec une vis de fixation du moteur en interposant une rondelle plate. Après la disposition du câblage, souder un fil sur le pôle Plus et sur le pôle Moins de la fiche femelle.

1.10 Silencieux

Fixer le coude d'échappement adapté au moteur utilisé de façon à ce qu'il soit aligné dans la sous-structure vers l'arrière sous celui-ci. Introduire le silencieux-résonateur par l'arrière au travers de l'ouverture dans le couple 4450.18 et le raccorder au coude d'échappement au moyen d'une durit en Téflon et du collier de serrage 4450.19; laisser une distance d'environ 5mm entre le coude d'échappement et l'entrée du silencieux.
Selon le modèle, le silencieux sera maintenu soit à l'arrière par le tube de sortie, au moyen d'un support (par ex. ULTRA-STAR 2000), soit à sa sortie du fuselage, ou encore fixé centralement par un collier de préférence sur la console disponible en accessoire, Réf. N°4450.149.
Pour cela, les deux attaches 4450.26 seront fixées à un emplacement adapté sur la sous-structure, les deux perçages déjà existants serviront de points de départ, cependant et selon le silencieux d'autres devront être choisis si possible.



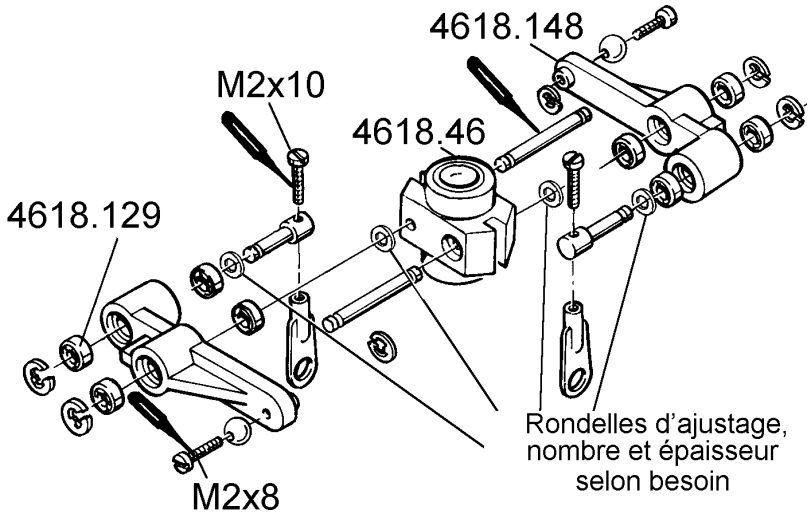
1.6 Montage du support du gyroscope *(Sachet UM-7)*



Monter l'attache 4450.16 du support du gyroscope sur le flanc de la mécanique avec des vis parker 2,2x9,5. Placer le support 1291.12 sur l'attache et le fixer avec 4 vis parker 2,2x6,5.

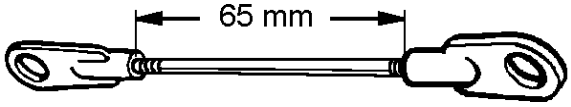
1.7 Compensateur de Pas et plateau cyclique *(Sachet U2-8)*

Le compensateur de Pas 4618.47A sera assemblé conformément à l'illustration.

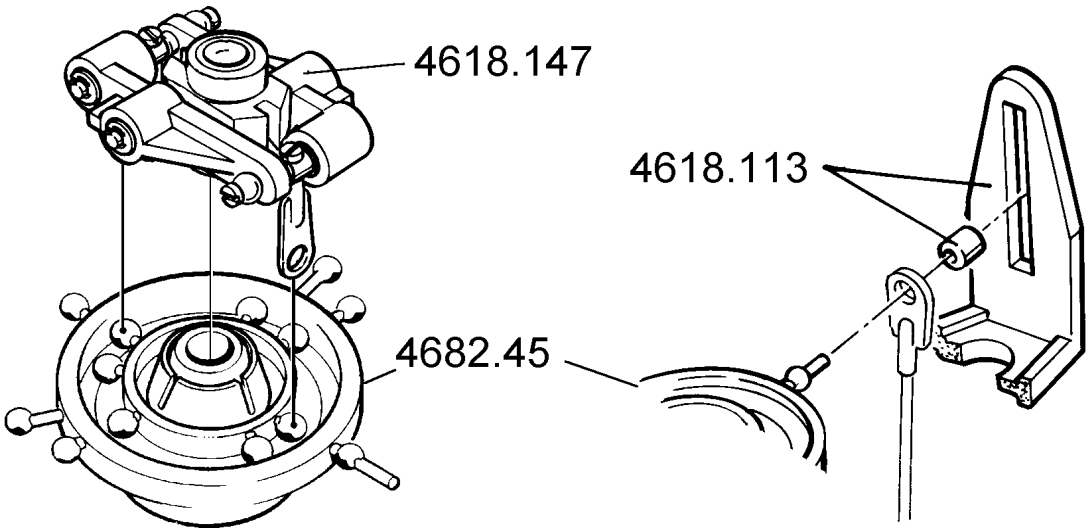


Pour cela, coller d'abord les axes en laiton muni d'un circlip dans les perçages de la pièce centrale du compensateur de Pas 4618.46 avec de la colle pour palier, de façon à ce que leur extrémité avec le circlip se trouve dans la dépression sur la pièce. Munir les bras du compensateur de Pas des roulements à billes 4618.129 et les placer sur l'extrémité des axes en interposant au moins une rondelle d'ajustage entre la pièce centrale et le bras ; chaque bras doit pouvoir pivoter librement sur son axe. Après avoir monté le circlip extérieur, les bras ne doivent présenter aucun jeu axial sur leur axe, autrement d'autres rondelles d'ajustage devront être interposées.

Confectionner trois tringleries conformément à l'illustration avec trois tringleries filetées 1291.50 (ϕ 2,5mm, longueur 75mm) et six chapes à rotule 4618.155 ; la cote indiquée correspond à la distance libre entre les chapes.



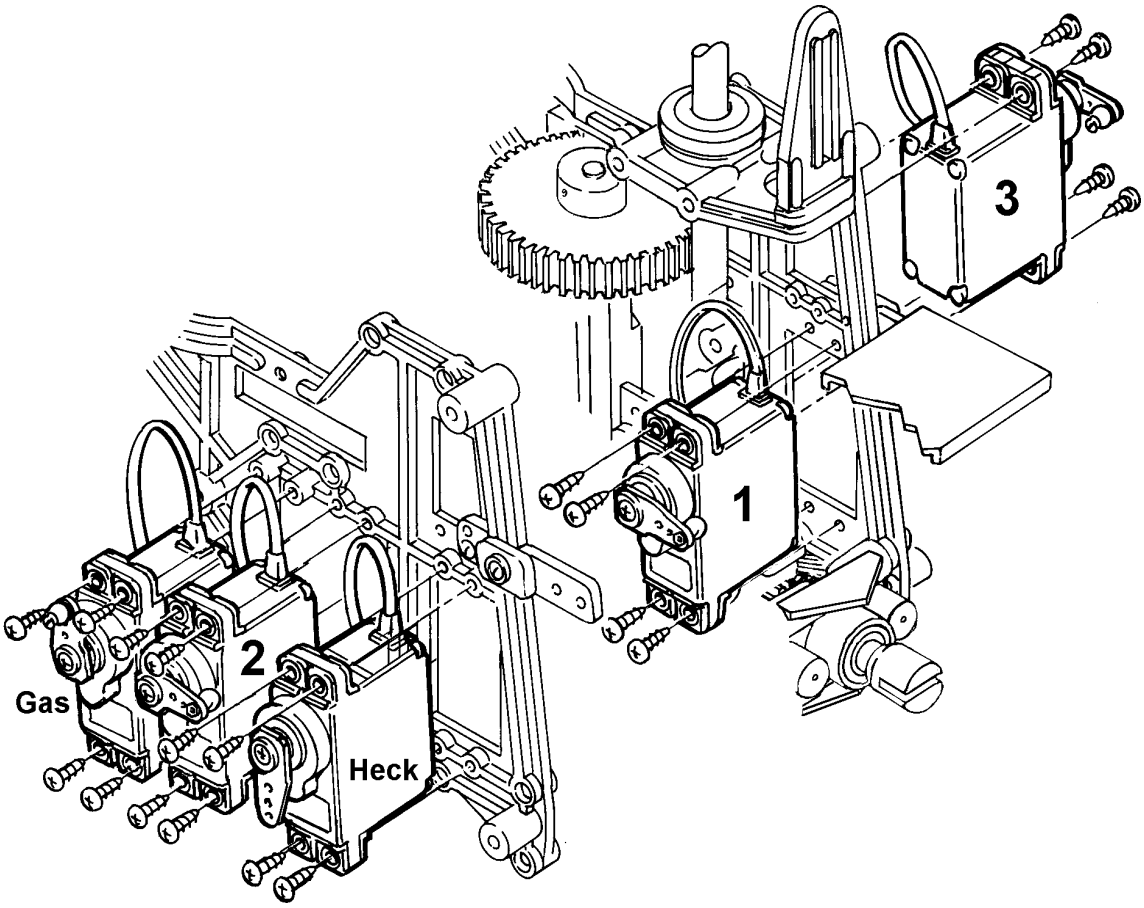
Connecter une tringlerie pour le point de connexion arrière sur la rotule placée sur la cheville de guidage du plateau cyclique 4682.45, placer ensuite la douille en laiton (de 4618.113) sur la cheville et bien la graisser. Glisser le plateau cyclique sur l'arbre du rotor principal et introduire la tringlerie connectée vers le bas au travers du passage arrière dans le porte-palier supérieur ; pour cela, courber avec précaution le guide du plateau cyclique 4618.113 pour engager la cheville de guidage avec la douille en laiton dans la fente de ce dernier.
Placer le compensateur de Pas sur l'arbre du rotor principal et connecter les deux chapes sur les rotules de l'anneau intérieur du plateau cycliques indiquées sur l'illustration.



2. Montage de l'installation R/C *(Sachet U2-9)*

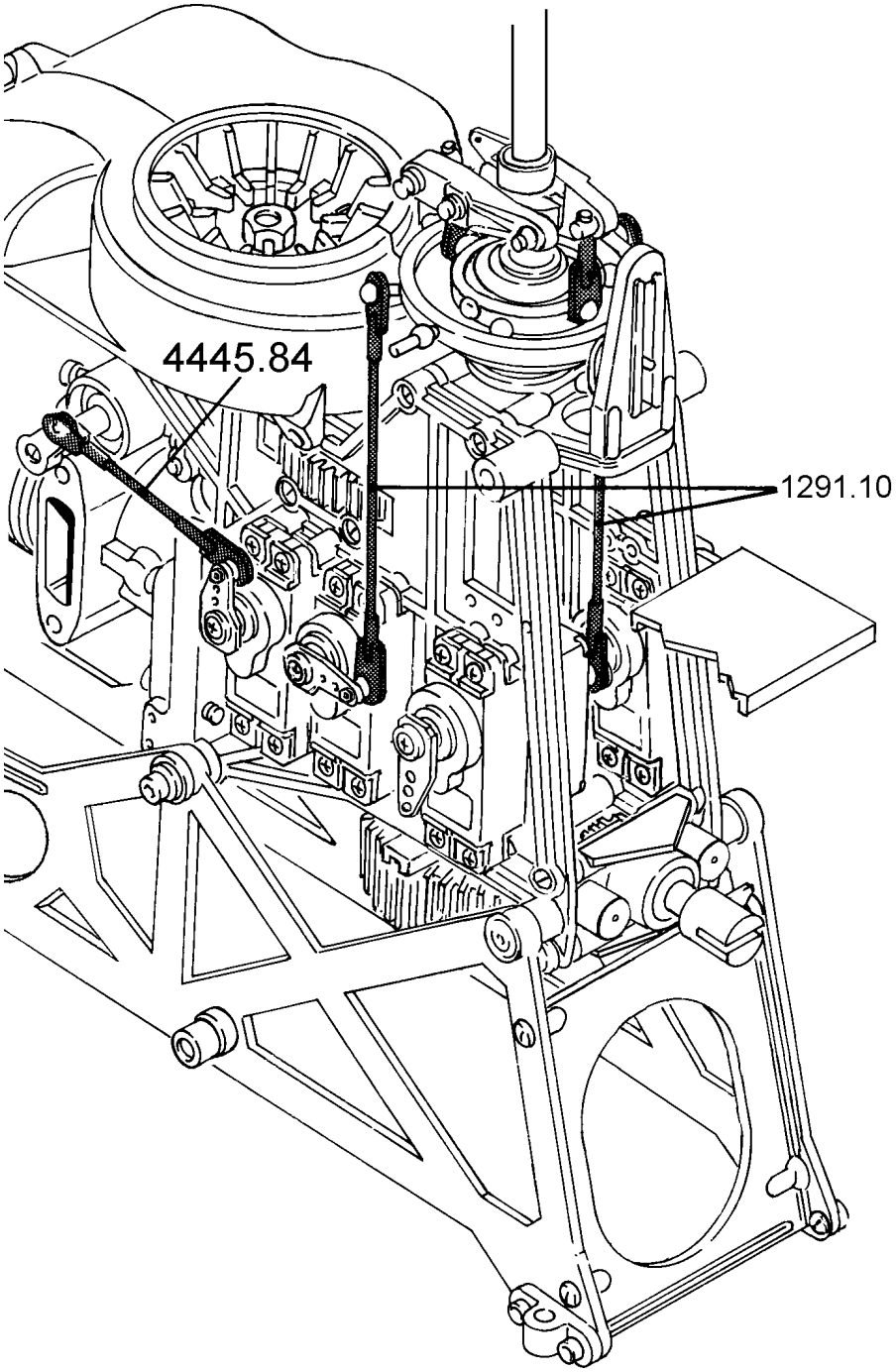
2.1 Montage des servos

Monter sur le palonnier du servo Nick (1) et sur celui des servos Roll (2) + (3) par le dessous une rotule en laiton fixée avec une vis à tête cylindrique M2x10 et un écrou M2 en appliquant du freine-filet. La distance entre l'axe de sortie du servo et le centre de la rotule doit être d'environ 18mm. Fixer d'abord le servo Nick par l'intérieur dans son logement sur le flanc droit de la mécanique, son axe de sortie étant orienté vers le haut, avec les 4 vis, les passe-fils en caoutchouc et les œillets (fournis parmi ses accessoires) : les œillets doivent être insérés dans les passe-fils par le *dessous* et les vis filetées par le *dessus*.
Les trous de fixation des servos dans la mécanique sont intentionnellement légèrement décalés vers l'extérieur de sorte qu'une tension des amortisseurs en caoutchouc assure une meilleure précision de commande.
Les servos Roll seront montés par l'extérieur dans les flancs droit et gauche de la mécanique (Voir le dessin, leur axe de sortie étant également orienté vers le haut) et fixés chacun avec 4 vis. Brancher les servos sur le récepteur conformément aux instructions fournies avec l'ensemble R/C, mettre celui-ci en contact et activer le mixeur de plateau cyclique dans l'émetteur (Réglage : Connexion symétrique sur trois points, 2 servos Roll, 1 servo Nick à l'arrière). Placer les commandes Pas, Nick et Roll en position neutre et monter maintenant le palonnier sur les servos, perpendiculairement à l'arbre du rotor.



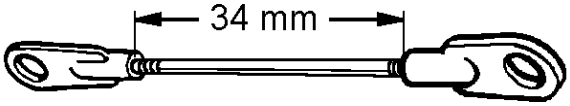
Le servo du rotor de queue sera monté de l'extérieur et fixé dans le flanc gauche de la mécanique. Le palonnier du servo sera orienté vers le bas et devra être parallèle à l'arbre du rotor principal sur la position milieu du Pas.
Fixer de *l'extérieur* une rotule en laiton avec une vis à tête cylindrique M3x10 et un écrou M2 sur le palonnier du servo de gaz, en appliquant du freine-filet. La distance entre l'axe de sortie du servo et le centre de la rotule doit être d'environ 11mm. Avec les moteurs à deux temps, le servo des gaz sera monté sur le flanc gauche de la mécanique avec l'axe de sortie et le palonnier orientés vers le haut et avec les moteurs à quatre temps sur le flanc droit de la mécanique avec l'axe de sortie et le palonnier orientés vers le bas.
La disposition des cordons de servos vers le coffret R/C devra être effectuée avec le plus grand soin; ils ne doivent toucher en aucun cas les arbres ou la pignonerie (Danger de crash par le frottement des fils !).

Relier les servos au plateau cyclique avec les tringleries préalablement confectionnées pour former une connexion sur 120°.

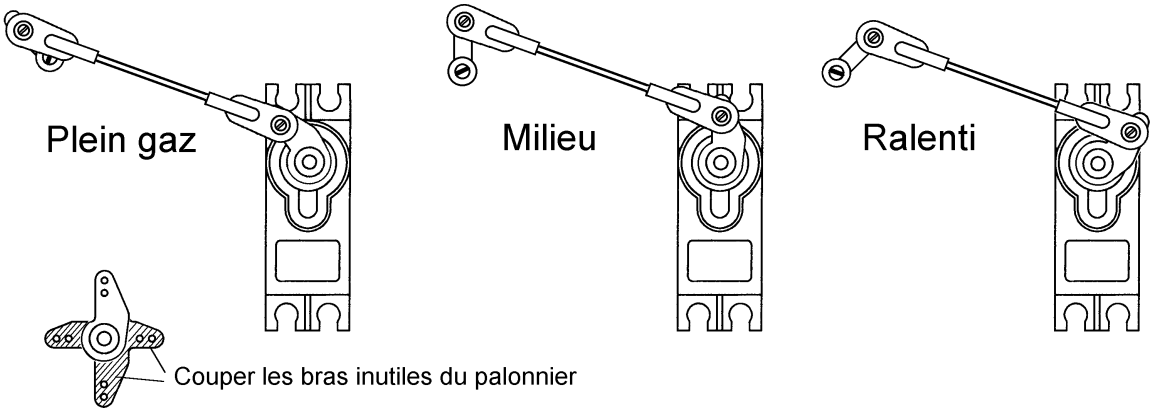


Une connexion du plateau cyclique sur quatre points est également possible, mais devra être effectuée sur initiative personnelle. Pour cela, un autre servo devra être monté dans la découpe encore libre dans le flanc de la mécanique et relié par une tringlerie de ϕ 2,5mm façonnée en correspondance au point de connexion avant du plateau cyclique. La tringlerie des servos 2 et 3 sera reliée aux points de connexion latéraux (90°) du plateau cyclique et le mixeur pour une connexion sur quatre points sera activé dans l'émetteur.
Pour utiliser une connexion sur quatre points, une attention particulière devra être apportée sur le réglage exact des tringleries afin que les servos ne soient pas réciproquement chargés. Pour cela, avec l'installation R/C en contact, mettre le manche de commande du Pas en position milieu (Le palonnier du servo étant alors à 90° des tringleries) et déconnecter d'abord une tringlerie. Mettre maintenant le plateau cyclique en position exactement horizontale par le réglage des trois tringleries restantes. Lorsque cela est obtenu, régler la quatrième tringlerie de façon à ce qu'elle puisse être connectée sans forcer sur la rotule correspondante du plateau cyclique.

Confectionner la tringlerie de gaz avec une tringlerie filetée 4445.84 (ϕ 2mm, longueur 45mm) et deux chapes à rotule 4618.55, conformément à l'illustration ; la cote indiquée correspond à la distance libre entre les deux chapes.



Le palonnier du servo sera relié au levier du carburateur par cette tringlerie comme représenté sur l'illustration:



2.2 Montage des éléments restants de l'installation R/C

Pour fixer le gyroscope sur son support, il est conseillé d'utiliser de la bande adhésive double-face, par ex. Réf. N°742. Les fils seront réunis avec les cordons de servo latéralement sur la mécanique et conduits au récepteur vers l'avant.

L'accu de réception sera enrobé par ex. dans une gaine de caoutchouc mousse, Réf. N°1637 et fixé sur sa console avec deux colliers d'attache pour cordon.

Le récepteur ainsi qu'éventuellement l'électronique du gyroscope et le régulateur de régime seront de même enrobés dans du caoutchouc mousse, puis placés dans le coffret R/C et fixés par le système de fermeture de celui-ci.

Tous les cordons de servo, du gyroscope et de l'accu seront réunis par des colliers d'attache ou de la gaine spirale et guidés latéralement sur la mécanique vers le récepteur.

L'interrupteur de la réception sera monté sur la console fixée sur le flanc droit de la sous-structure, puis relié à l'accu et au récepteur.

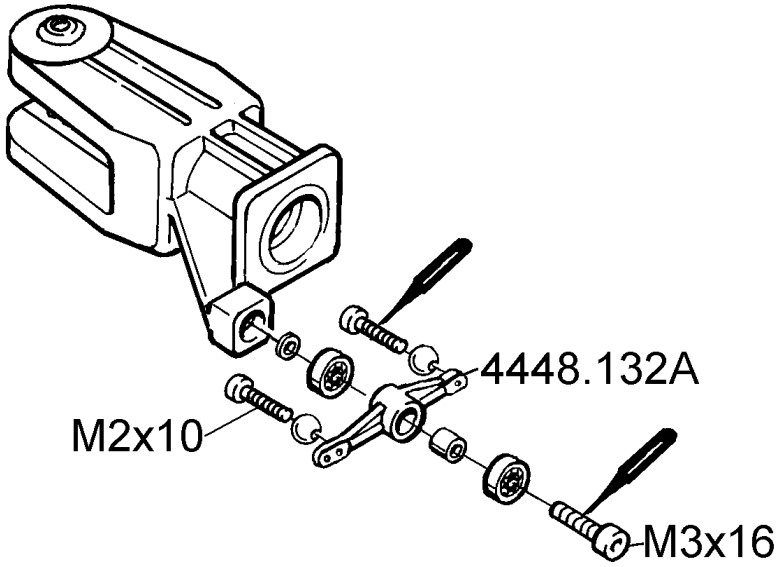
3. Assemblage de la tête du rotor principal *(Sachet U2-10)*

La tête du rotor principal sera assemblée conformément à l'illustration; tous les roulements à billes devront être graissés.

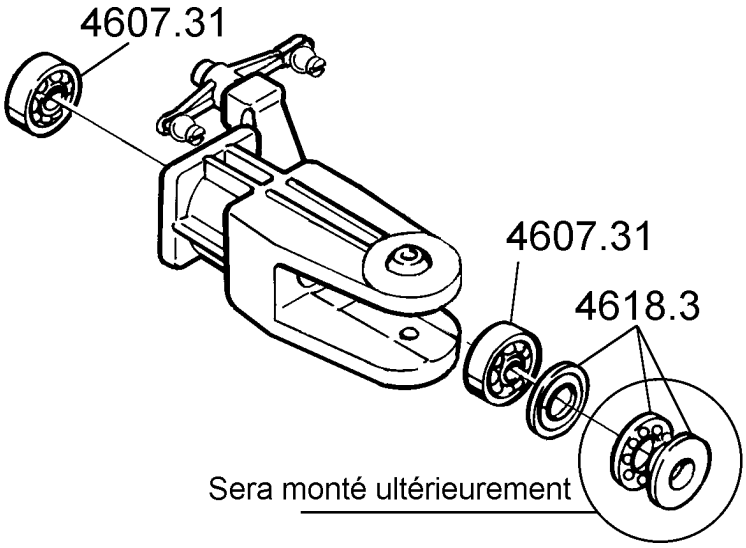
3.1 Préparation des porte-pales *(Sachet U2-10A, U2-10B)*

Monter d'abord les deux rotules sur les leviers de mixage 4448.132A avec des vis M2x10, puis insérer le roulement à billes de chaque côté en interposant la bague en laiton.

Appliquer un peu de freine-filet sur toute la longueur du filetage des vis M3x16 et introduire celles-ci au travers des roulements à billes et de la bague d'écartement en veillant à ce que le freine-filet ne pénètre pas dans les paliers. Monter le levier de mixage sur chaque porte-pale en veillant absolument à ce que la bague d'écartement en laiton soit bien interposée entre le roulement intérieur et le levier de mixage. Les leviers devront pourvoir pivoter librement dans les paliers; les lubrifier éventuellement avec de l'huile silicone.



Introduire jusqu'en butée dans les porte-pales le palier radial 4607.31 et la cuvette intérieure de la butée à billes 4618.3, conformément l'illustration.

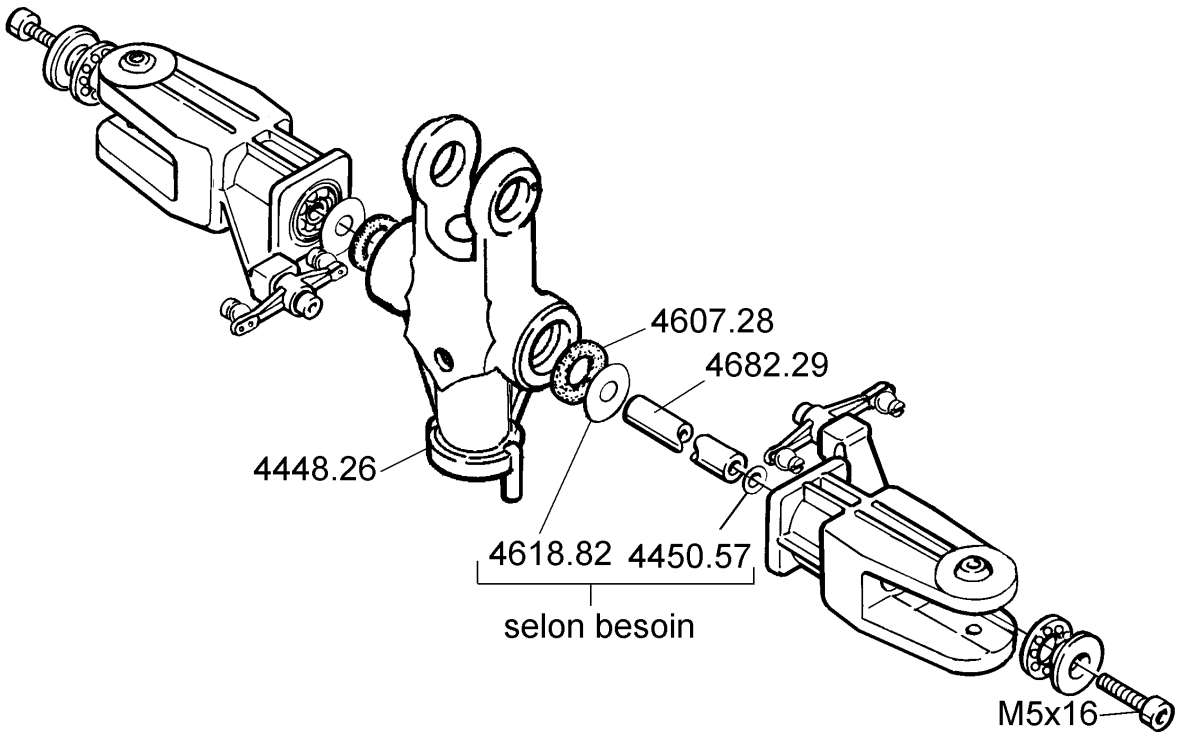


Vérifier maintenant si les porte-pales munis des paliers 4607.31 pourront être glissés facilement sur l'arbre 4607.29 ; le cas échéant, celui-ci devra être rectifié avec du papier abrasif fin (Grain >600) jusqu'à ce que les paliers puissent être facilement glissés dessus.

3.2 Montage des porte-pales

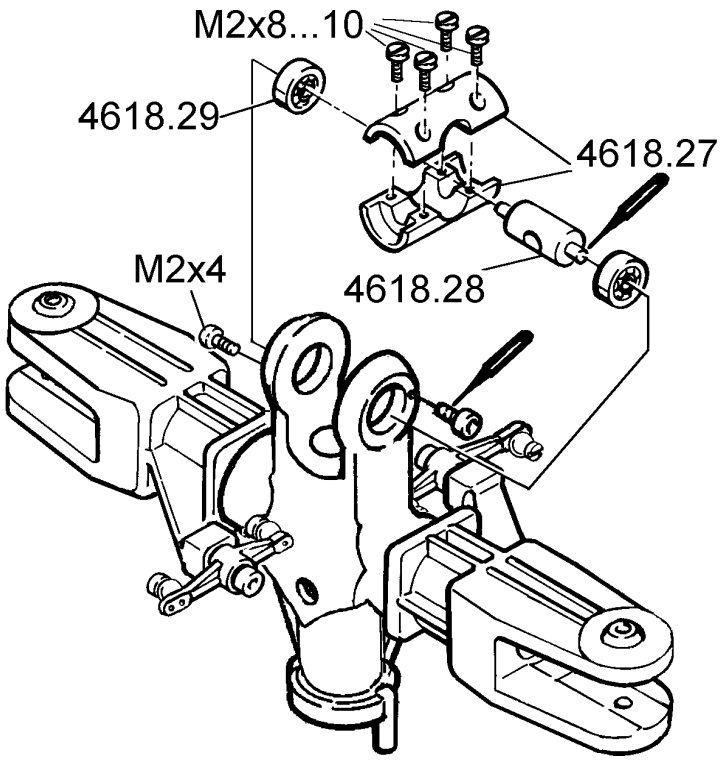
Insérer de chaque côté dans la pièce centrale de la tête du rotor 4448.26 les deux joints torique 4607.28 et introduire l'arbre des porte-pales graissé, de façon à ce qu'il dépasse sur une longueur égale de chaque côté. Les joints torique ne devront plus maintenant être retirés. Tenir alors l'ensemble avec l'axe des porte-pales en position verticale. Placer une rondelle d'ajustage de 0,3mm de 4450.56 par le haut sur l'arbre, puis un porte-pale en veillant à ce qu'il soit aligné de façon à ce que le bras portant le levier de mixage passe *devant* la pale (Voir l'illustration). Mettre en place maintenant la cage à billes et les cuvettes bien graissés des paliers de butée 4618.3 et serrer les vis BTR M5x16.

S'assurer du libre pivotement des porte-pales, pour cela, taper éventuellement sur le porte-pale et sur la pièce centrale avec le manche d'un tournevis afin que le palier puisse se mettre correctement en place, sans contrainte.
Si le porte-pale ne pivote pas librement, c'est parce qu'il bute contre la pièce centrale ; une rondelle d'écartement 4450.57 devra alors être interposée entre la rondelle de butée de l'un des deux paliers combinés et l'arbre des porte-pales.
Lorsque la liberté de pivotement des porte-pales est assurée, les vis BTR M5x12 seront définitivement bloquées avec une application de freine-filet. Lorsqu'une rondelle d'écartement a été interposée, bloquer la vis BTR avec précaution afin que la rondelle en laiton ne soit pas déformée.

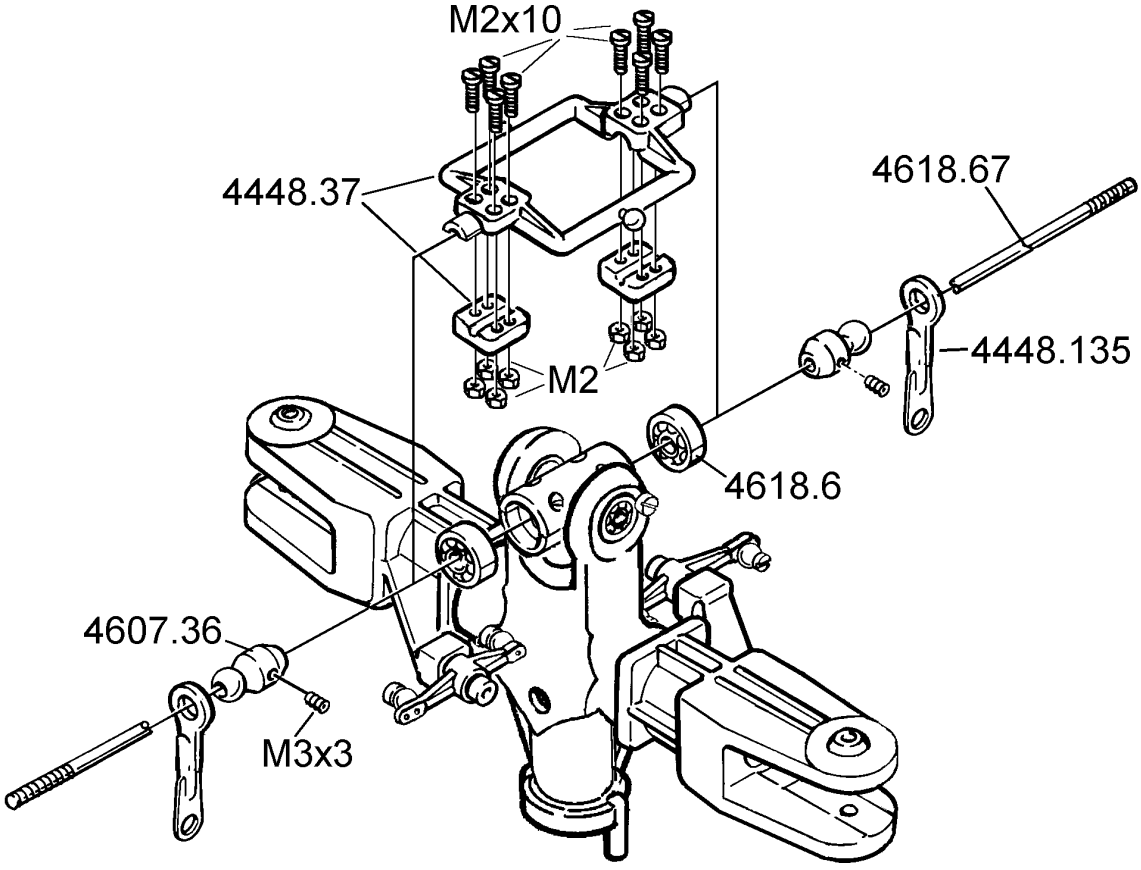


3.3 Montage du rotor Hiller *(Sachet U2-10C, U2-10D)*

Monter le basculeur 4618.27 conformément à l'illustration. Le perçage dans l'axe 461828 doit correspondre avec l'ouverture longitudinale du basculeur afin que la barre des palettes puisse y être introduite ultérieurement, sans serrer ni glisser. Les deux moitiés du basculeur seront maintenues provisoirement ensemble avec quatre vis M3x8 ou 10 ("Empruntées" à un autre groupe de montage…); cette fixation sera assurée ultérieurement par les longues vis de la coiffe de freinage 1289. Les deux roulements à billes extérieurs seront fixés dans la pièce centrale chacun avec une vis M2x4 . Vérifier le libre pivotement du basculeur.
Dépolir la barre des palettes avec du papier abrasif à l'endroit où sera serré le pont de commande et en vissant celui-ci, appliquer du freine-filet entre la barre et le cadre de commande pour empêcher la barre de tourner dans le pont de commande dans les figures de voltige extrêmes.

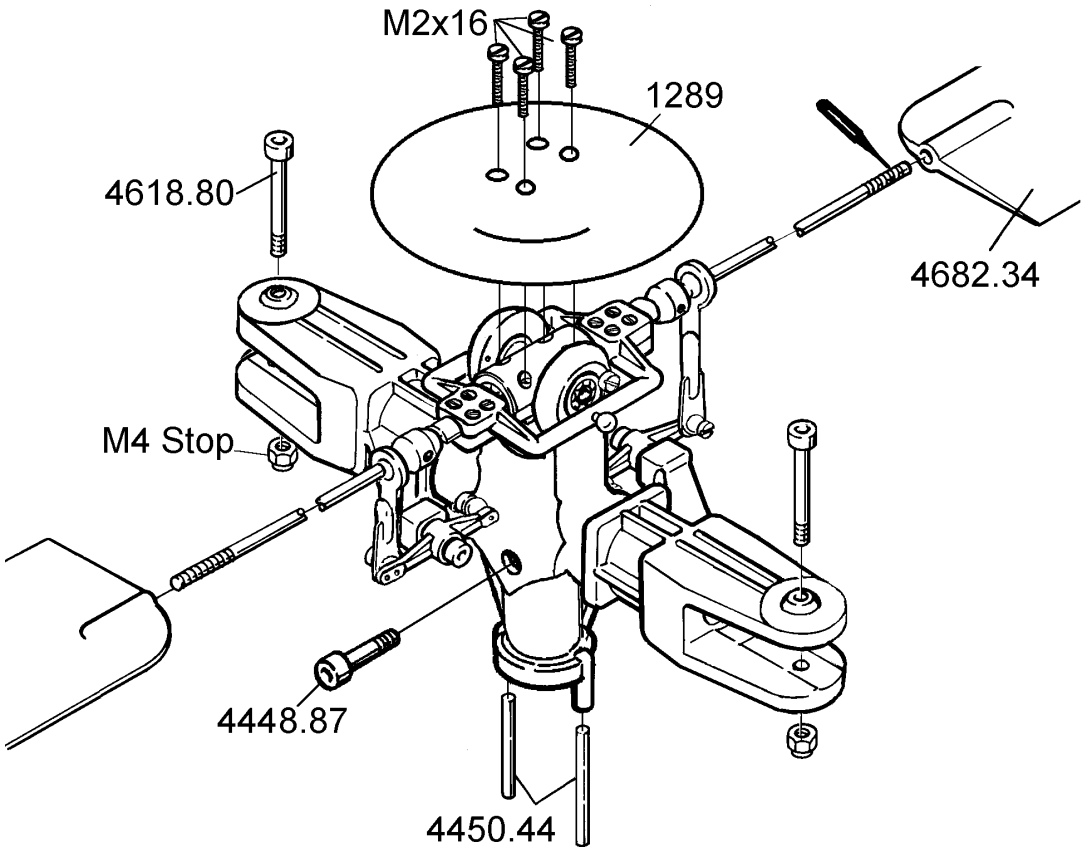


Insérer un roulement à billes 4618.6 des deux côtés dans le basculeur. Introduire la barre des palettes 4718.67 et la centrer exactement afin qu'elle dépasse des paliers sur la même longueur de chaque côté, puis monter le pont de commande 4448.37 comme il a été décrit.



Glisser une bague d'arrêt à rotule 4607.36 de chaque côté sur la barre des palettes, contre le pont de commande. Appliquer du freine-filet dans les taraudages des bagues d'arrêt à rotule avant de fileter les vis pointeau M3x3. Connecter les double-chapes à rotule 4448.135.

Visser les palettes 4682.34 sur une longueur exacte de 15mm sur les extrémités filetées de la barre en appliquant du freine-filet et les aligner exactement parallèles entre-elles et avec le pont de commande.

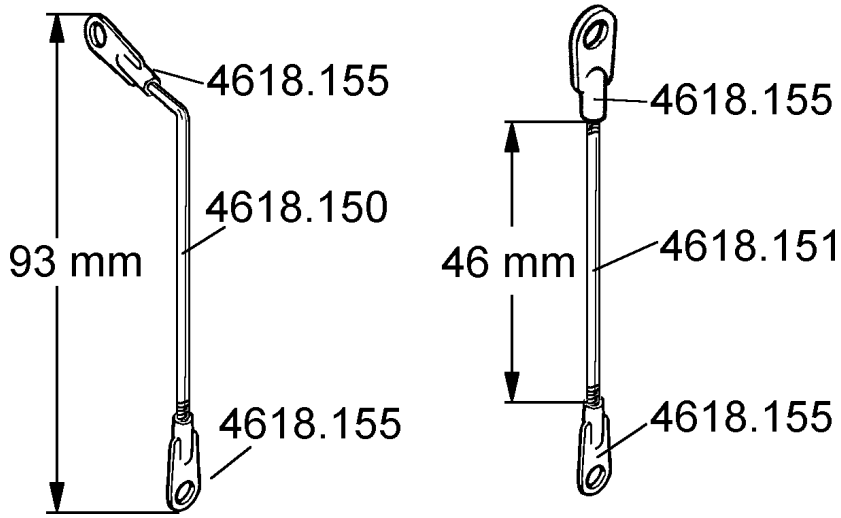


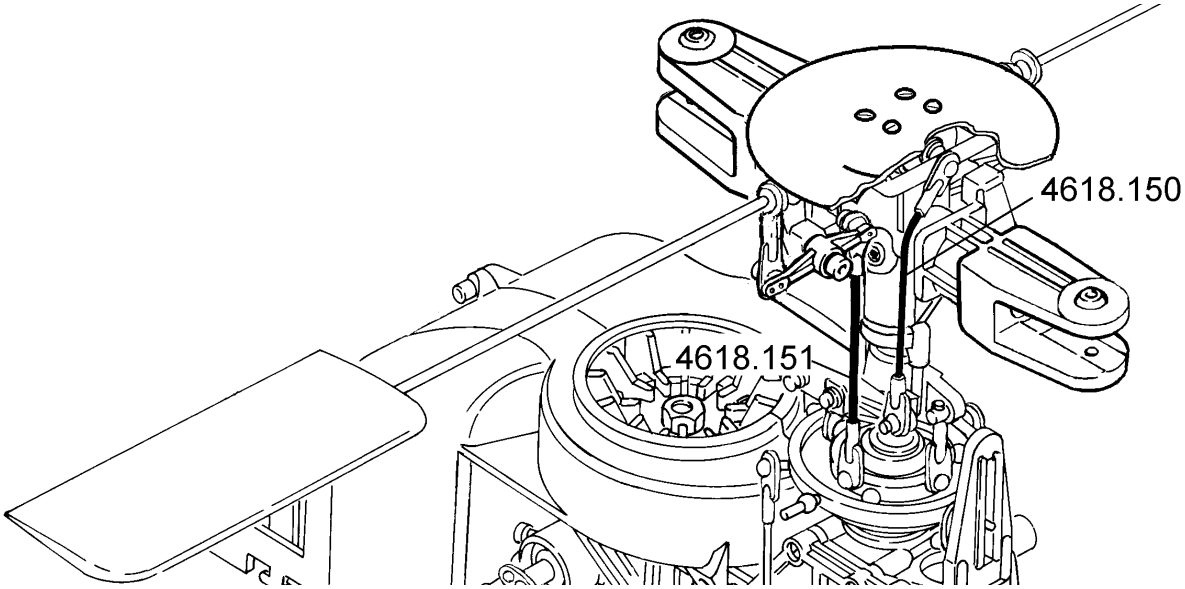
Retirer les vis provisoirement utilisées de la partie supérieure du basculeur et fixer la coiffe de freinage 1289 sur celui-ci avec quatre vis M2x16.
Insérer dans la pièce centrale de la tête du rotor les deux chevilles de guidage 4450.44 pour le compensateur de Pas, avec une application de freine-filet.

3.4 Montage de la tête du rotor principal *(Sachet U2-10E)*

Placer la tête du rotor principal sur son axe; veiller à ce que le perçage dans la tête du rotor corresponde avec le perçage transversal supérieur de l'arbre et fixer la tête avec la vis spéciale 4448.87. Monter les tringleries 4618.150 et 4618.151 conformément au dessin.

Confectionner deux tringleries droites et deux coudées conformément aux illustrations.





Les tringleries coudées 4618.150 devront encore être réglée pour obtenir la plage de réglage possible du Pas maximum, en procédant comme suit :
Pousser le plateau cyclique totalement vers le haut, pour cela déconnecter le cas échéant les chapes à rotule sur l'anneau extérieur.
Le plateau cyclique doit alors buter exactement contre le compensateur de Pas, lorsque lui-même touche le bord inférieur de la tête du rotor.

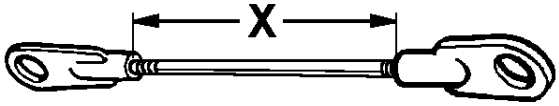
Si ce n'est pas le cas, les tringleries coudées devront être réglées comme suit :

- Le plateau cyclique bute contre le compensateur de Pas, mais il subsiste encore un espace entre
  celui-ci et la tête du rotor : → Raccourcir les deux tringleries.

- Le compensateur de Pas bute contre la tête du rotor, mais il subsiste encore un espace entre le plateau cyclique et le compensateur de Pas : → Rallonger les deux tringleries.

Veiller absolument à régler identiquement les deux tringleries afin qu'elles aient la même longueur.
Terminer par un réglage fin du rotor auxilliaire de façon à ce que les palettes Hiller soient parallèles au plateau cyclique lorsque celui-ci est aligné horizontalement. Pour cela, régler les tringleries 4618.150 en sens contraire sur la même valeur, mais jamais une seule tringlerie!

Les deux tringleries entre le plateau cyclique et les leviers de mixage à régler de la facon suivante:



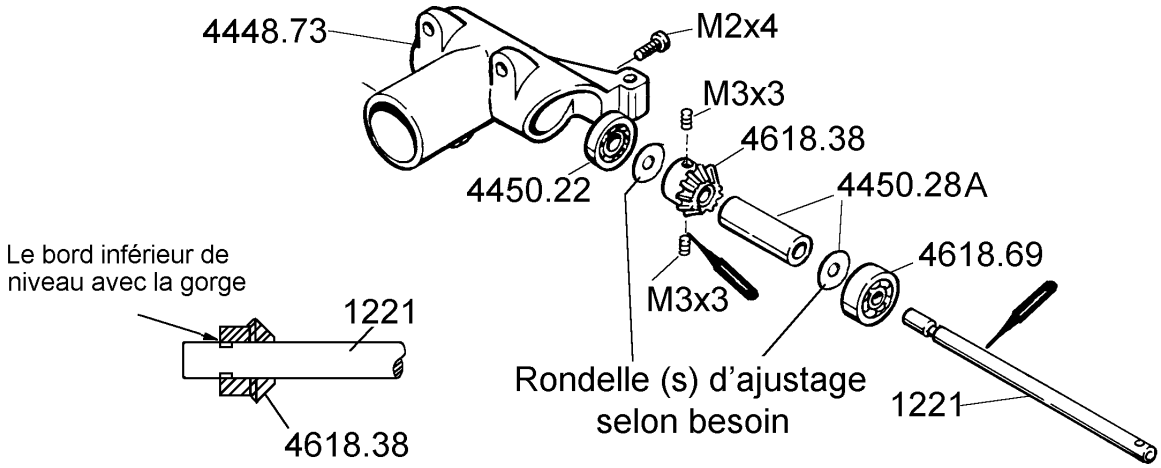
La plage de réglage de l'incidence des pales du rotor dépend entre autre également de la position de montage de la rotule des double-chapes (entre la barre des palettes et le levier de mixage): le montage de la rotule dans le trou extérieur augmente la plage de Pas d'environ 4,5° vis-à-vis du montage dans le trou intérieur.

La position milieu du servo donne les angles d'incidence de pale suivants:
(Le réglage définitif du Pas pour le vol stationnaire se fera par l'option correspondante dans l'émetteur!)

Longueur „X“	Pas pour le vol stationnaire (Rotule intérieure)	Pas pour le vol stationnaire (Rotule extérieure)	Remarque
43 mm	0°	0°	Pour le vol en "3D"
46 mm	3°	4°	Réglage normal, également adapté pour le stationnaire et la voltige
48 mm	5,5°	7°	Vol stationnaire avec un faible régime du rotor principal

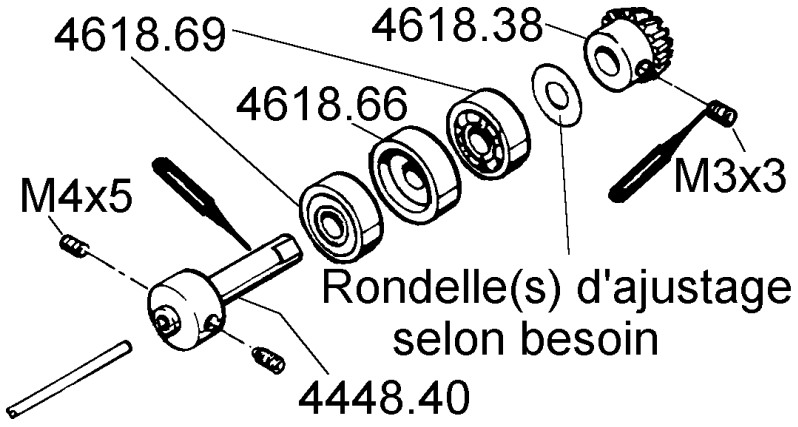
4. Assemblage du mécanisme du rotor de queue *(Sachet U2-11,UM-11A)*

Monter le pignon conique 4618.38 sur l'arbre du rotor de queue 1221conformément à l'illustration. Appliquer du freine-filet dans les taraudages du pignon, puis bloquer les vis pointeau M3x3; l'une des deux vis doit venir en appui sur le méplat de l'arbre. Ne pas bloquer exagérément ces vis afin que le pignon ne tourne pas ultérieurement avec un faux-rond. Placer la bague d'écartement 4450.28A ainsi que les paliers 4618.69 et 4450.22 totalement l'un contre l'autre. Introduire l'ensemble dans le carter du rotor de queue 4618.73 jusqu'en butée et le fixer avec la vis M2x4. Vérifier que l'arbre ne présente aucun jeu axial, le cas échéant interposer des rondelles d'ajustage 5/10x0,1.



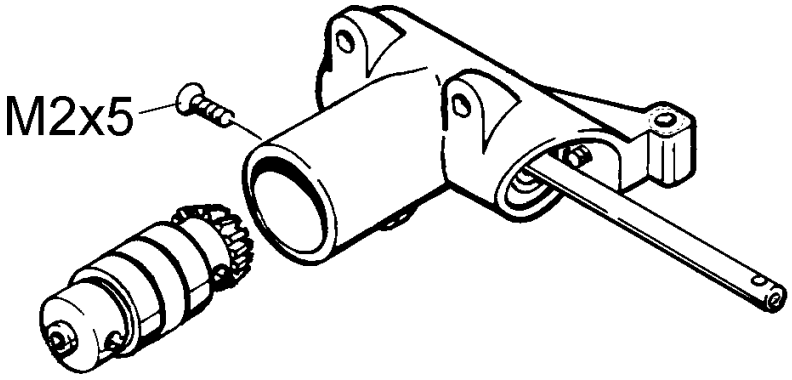
Introduire sur l'arbre d'entrée du rotor de queue 4448.40 les deux paliers 4618.69 et la bague d'écartement 4618.66 avec une application de colle pour palier, Réf. N°951, conformément à l'illustration. Les paliers ne devront pas être comprimés, le cas échéant les tapoter (par ex. avec le manche d'un tournevis) de façon à ce qu'ils se placent correctement sur l'arbre; laisse ensuite durcir la colle pour palier.

Placer une rondelle d'ajustage 5/10x0,1 et le pignon conique 4618.38 d'abord sans application de colle pour palier, Réf. N°951, conformément à l'illustration. Visser les vis pointeau M3x3 dans le pignon conique de façon à ce que l'une des deux vienne en appui sur le méplat de l'arbre d'entrée.



Introduire l'ensemble de l'arbre de transmission terminé dans le carter du rotor de queue de façon à ce que le perçage dans la bague d'écartement 4618.66 corresponde avec celui du carter et serrer ensuite la vis M2x5.
Introduire une tige (un tournevis ou autre) au travers des taraudages de l'accouplement 4448.40. Tirer fermement sur l'accouplement avec cette poignée improvisée (contre le vissage avec la vis à tête fraisée) afin que l'ensemble de la transmission se place dans le carter du rotor de queue de façon à ce que le jeu d'engrènement maximal possible des pignons coniques sous

charge soit obtenu. Vérifier maintenant que la transmission du rotor de queue tourne librement, avec un jeu d'engrènement des pignons coniques juste perceptible.



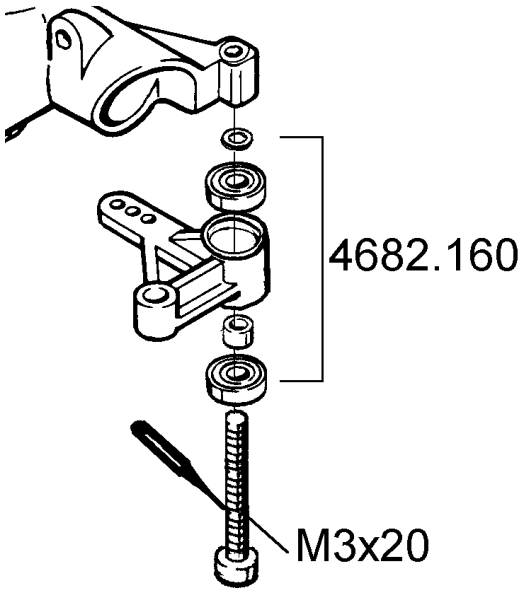
Si le jeu d'engrènement est trop faible et que les pignons tournent ainsi difficilement, démonter la transmission, retirer les rondelles d'ajustage et la remonter; avec au contraire un jeu d'engrènement trop important, d'autres rondelles d'ajustage devront être interposées. En tirant en correspondance sur la transmission comme décrit ci-dessus, le jeu d'engrènement nécessaire des pignons coniques pourra être obtenu.

***Note**: Si le jeu d'engrènement ne peut pas être réglé de façon satisfaisante, cela peut provenir que par suite des tolérances de fabrication le pignon conique se trouve trop éloigné extérieurement sur l'arbre du rotor de queue et qu'il ne présente aucun engrènement correct avec le pignon conique sur l'arbre d'entrée. Cela se remarque lorsque le pignon conique sur l'arbre d'entrée frotte déjà visiblement de la pointe des dents sur la bague d'écartement longue, bien qu'un jeu d'engrènement soit existant. Dans ce cas, des rondelles d'ajustage devront être interposées entre la bague d'écartement et le palier 4618.69 et entre le pignon conique 4618.38 et le palier 4450.22, jusqu'à ce que le faible jeu d'engrènement soit réglé.*

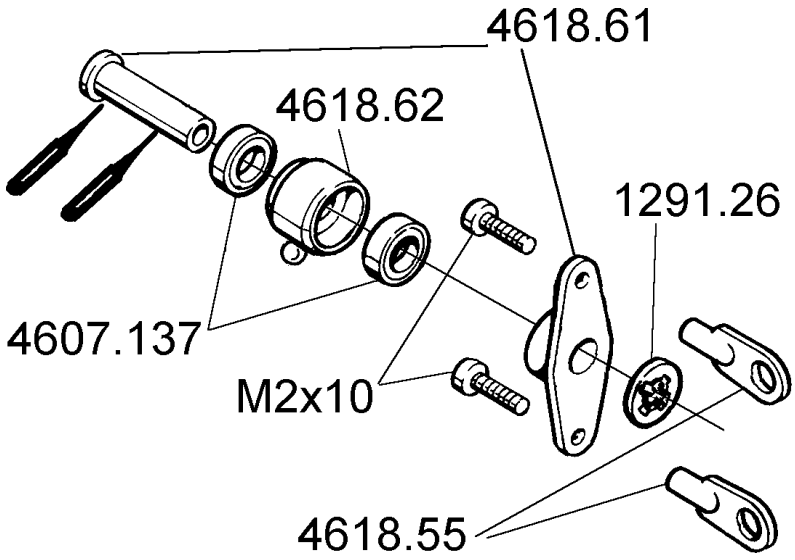
Démonter à nouveau les deux ensembles, glisser le palier sur l'arbre du rotor de queue ainsi que le pignon conique sur l'arbre d'entrée avec une application de colle pour palier, Réf. N°951 et remonter définitivement le tout; bloquer aussi définitivement les vis pointeau avec du freine-filet.

5. Montage du palonnier de renvoi et du pont de commande *(Sachet U2-11B)*

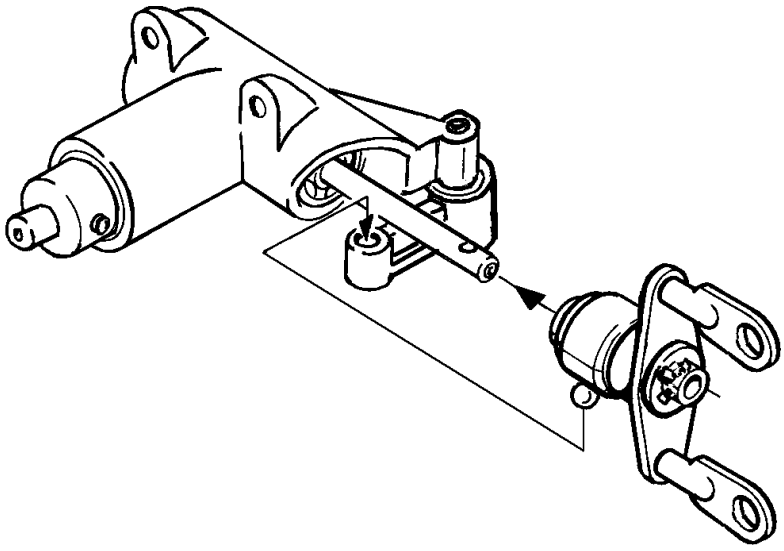
Placer le palonnier de renvoi du rotor de queue 4682.160 avec les paliers insérés (Ne pas oublier la bague d'écartement!) sur la vis BTR M3x20 et la rondelle d'écartement.



Visser la vis portant le palonnier sur quelques tours dans le carter du rotor de queue, mais ne pas encore la bloquer parce que le pont de commande devra d'abord être monté comme il va être décrit dans le prochain paragraphe.
Insérer les roulements à billes 4607.137 jusqu'en butée dans la bague de commande 4618.62. Glisser l'ensemble enduit d'un peu de freine-filet (ne pas le laisser pénétrer entre la bague et le manchon de commande !) sur le manchon de commande 4618.61 de façon à ce que l'anneau intérieur du palier vienne contre la collerette de celui-ci.



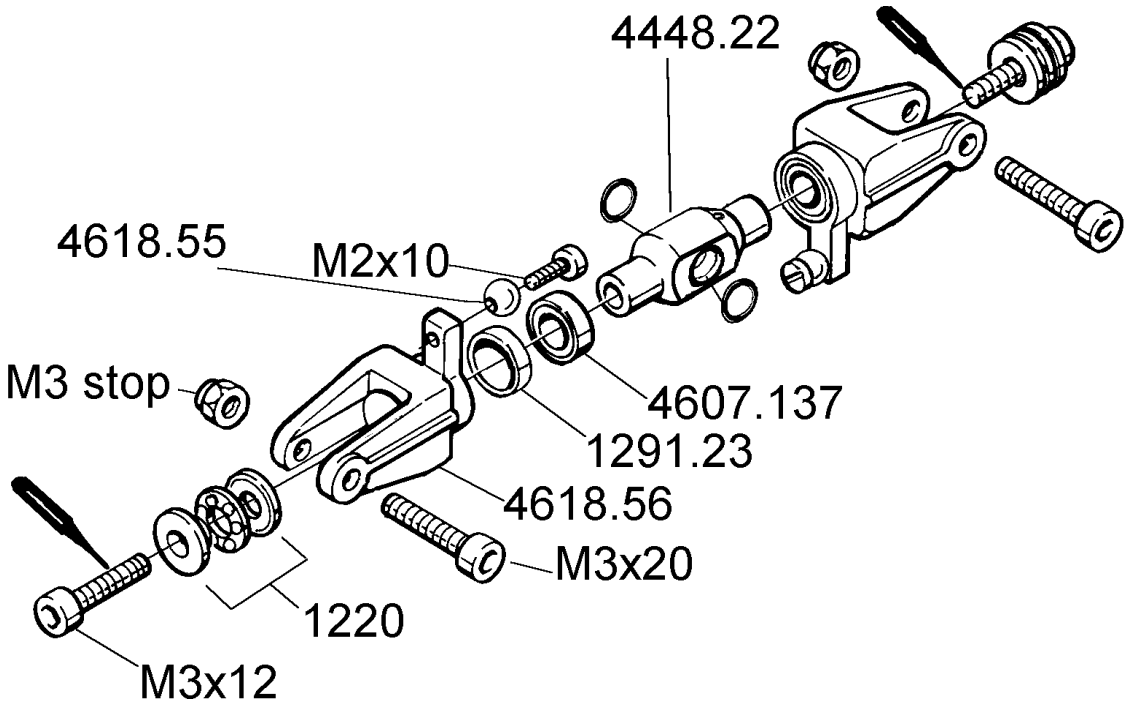
Munir le pont de commande 4618.61 des deux chapes à rotule 4618.55, le glisser sur le manchon contre l'anneau intérieur de l'autre roulement à billes. Placer la rondelle éventail 1291.26 sur le manchon et contre le pont de commande.
Vérifier maintenant si la bague peut tourner librement sur le pont de commande d'une part, mais qu'il n 'existe d'autre part aucun jeu axial. Si la bague se déplace difficilement, c'est que les deux paliers ont probablement été contraints l'un contre l'autre, ce qui pourra être rectifié par quelques petits coups de manche de tournevis.
Placer le pont de commande sur l'arbre du rotor de queue, puis connecter le palonnier de renvoi sur la rotule de la bague de commande et serrer la vis M3x20.



6. Montage de la tête du rotor de queue *(Sachet UM-11C)*

Monter la tête du rotor de queue conformément à l'illustration et graisser tous les paliers. Tourner les vis de fixation M3x12 des supports de pâles, en complément de la fixation des roulements 603, jusqu´`a ce que le support de pâles se laisse encore un peu légèrement tourner.

Attention à ne pas mettre de colle de fixation des roulements dans les roulements à billes!

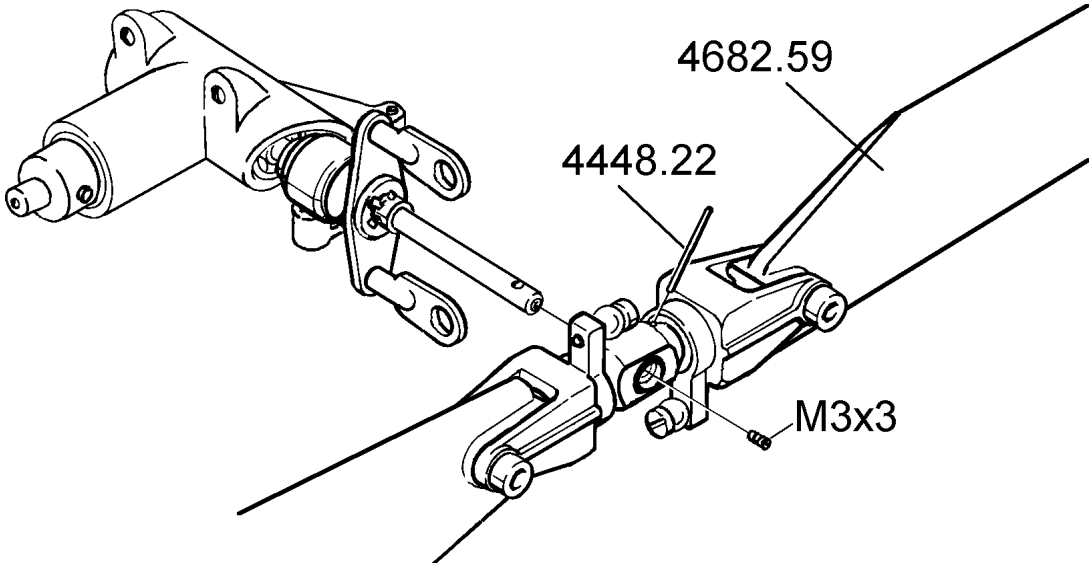


Insérer les deux joints torique dans les gorges du moyeu 4448.22. Huiler les joints torique, placer la tête sur l'arbre du rotor de queue de façon à ce que le perçage transversal de l'arbre corresponde avec celui du moyeu et la fixer avec la cheville 4448.22 bloquée avec la vis pointeau M3x3.

Veiller pour cela à l'alignement du moyeu (Voir l'illustration).

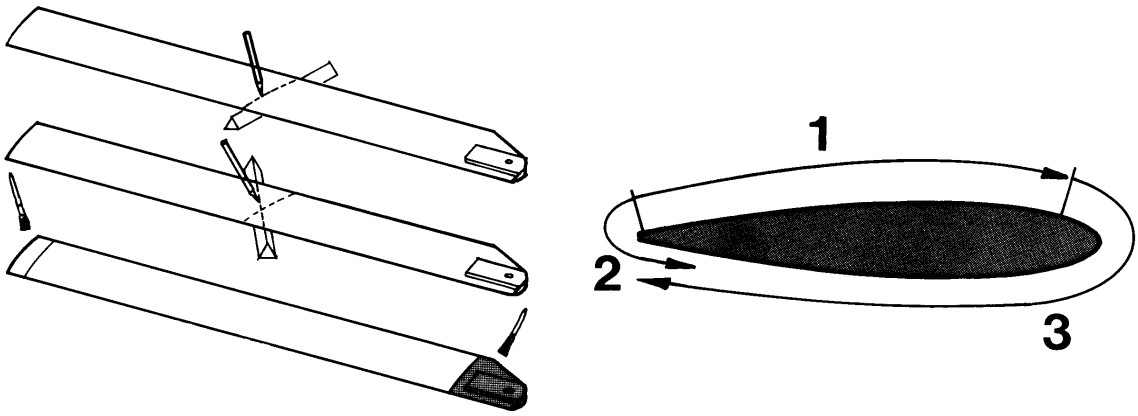
Fixer les pales dans les porte-pales du rotor de queue avec les deux vis M3x20; serrer ces vis de façon à ce que les pales puissent encore pivoter pour s'aligner correctement en rotation.

Alignement des pales du rotor de queue: Noter que le rotor de queue tourne dans le sens horaire, vu du côté gauche, le bras de réglage du porte-pale passant avant la pale.

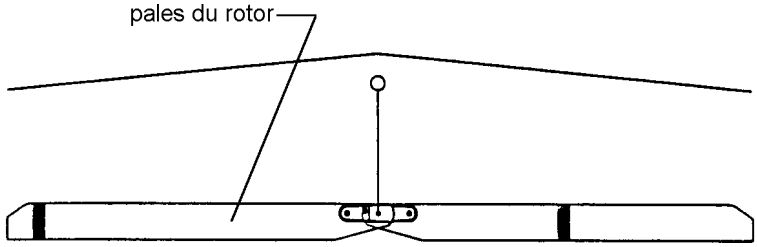


7. Pales du rotor principal

La mécanique UNI-2000 est prévue pour fonctionner avec des pales de rotor principal de haute qualité en fibre de carbone, par ex. Réf. N°1266. Mais on pourra naturellement aussi utiliser des simples pales en bois, par ex. Réf. N°74A livrées sous forme de kit et qu'il conviendra de finir conformément aux instructions qui vont suivre.
Les bagues 4607.164 seront collées dans le perçage des pales du rotor avec une colle à deux composants, si cela n'a pas déjà été fait en fabrication.
Polir ensuite l'ensemble des pales avec du papier abrasif fin, Réf. N°700.1 ou 700.2.
Pour un équilibrage idéal, ce n'est pas seulement le poids mais aussi l'emplacement du centre de gravité qui doit être égal pour les deux pales. Ceci peut être vérifié en plaçant chaque pale en équilibre sur un triangle, comme représenté sur le dessin. Marquer chaque emplacement ; le point d'intersection des deux lignes correspond au centre de gravité.
Enduire les pales de plusieurs couches de bouche-pores GLATTFIX, Réf. N°207 en les ponçant entre chaque avec du papier abrasif fin. 1. Corriger le centre de gravité si nécessaire et 2. le poids des deux pales doit être exactement égal. Peindre le pied (sur une largeur d'environ 70mm) et le bout des pales (sur une largeur d'environ 20mm) en deux couleurs bien distinctes l'une de l'autre afin de faciliter ultérieurement le réglage du plan de rotation du rotor. Le recouvrement en film plastique des pales sera posé comme représenté sur le dessin ; d'abord sur le dessus, ensuite sur le bord arrière, puis sur le dessous. Laisser une largeur d'environ 12mm non recouverte à l'extrémité des pales (exactement identique sur les deux!). Le film devra être posé sans former de plis !



7.1 Equilibrage des pales du rotor



Suspendre les pales vissées entre-elles avec un fil, comme représenté sur le dessin. Pour l'équilibrage, coller de la bande adhésive sur l'extrémité de la pale la plus légère.
Effectuer soigneusement cet équilibrage pour obtenir une rotation du rotor principal sans vibrations !

8. Montage de la mécanique dans le fuselage

La mécanique sera montée dans l'un des nombreux fuselages disponibles séparément, ou complétée sur un modèle d'entraînement à structure ouverte, en se référant aux instructions fournies avec chaque kit de fuselage.

9. Travaux de réglage

9.1 Réglage de la commande cyclique

Le réglage de base des commandes Roll (Latéral) et Nick (Longitudinal) doit déjà être correct si les tringleries ont été montées conformément aux instructions. Comme le point de connexion des tringleries sur le palonnier des servos a été indiqué, le réglage de la course des servos sera effectué ultérieurement par les options de réglage électronique dans l'émetteur. Veiller à ce que la course ne soit pas réglée trop grande afin que le plateau cyclique ne bute pas sur l'arbre du rotor principal sur les fins de course du manche de commande des fonctions Roll et Nick et que la commande du Pas ne puisse plus se déplacer librement axialement.

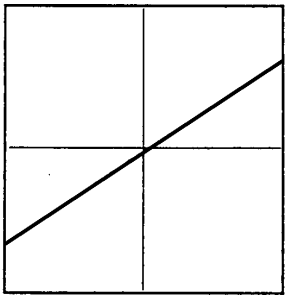
9.2 Réglage du Pas du rotor principal

La valeur de réglage du Pas sera mesurée avec un calibreur de pales (Accessoire spécial, non fourni dans le kit de montage). Le tableau ci-dessous indique des valeurs de départ; les valeurs réellement nécessaires dépendront des pales de rotor utilisée et du modèle.

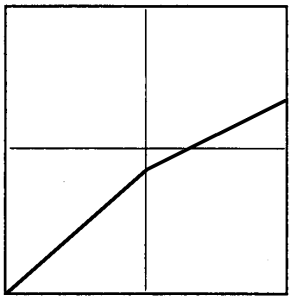
	Minimum	Vol stationnaire	Maximum
Vol stationnaire et entrainement	-2°	5,5°...6°	12°
Voltige	-4°	5°... 5,5°	8°... 9°
Autorotation	-4°	5,5°	13°

Les réglages du Pas seront effectués de préférence dans l'émetteur, comme suit :

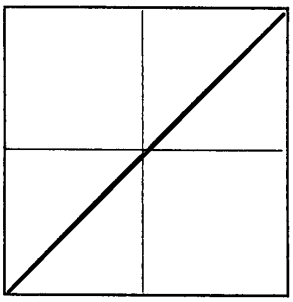
1. Mesurer le Pas pour le vol stationnaire et le régler correctement.
2. Mesurer les Pas maximum et Minimum et les régler par le réglage de la courbe de Pas dans l'émetteur, conformément aux diagrammes suivants :



Vol stationnaire et entrainement (linéaire)



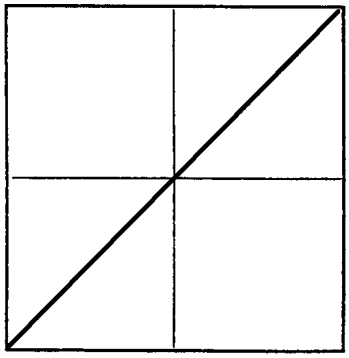
Voltige



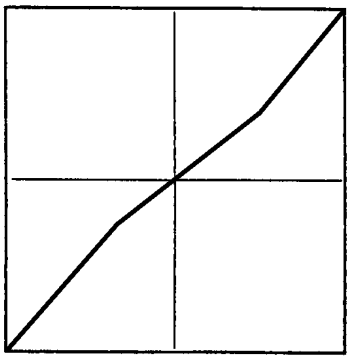
Autorotation

9.3 Réglage de la commande du carburateur

Les diagrammes ci-dessous indiquent les courbes de gaz possibles:



Linéaire

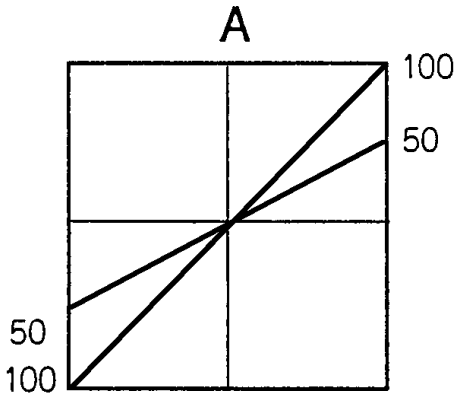


Optimisée pour le vol stationnaire

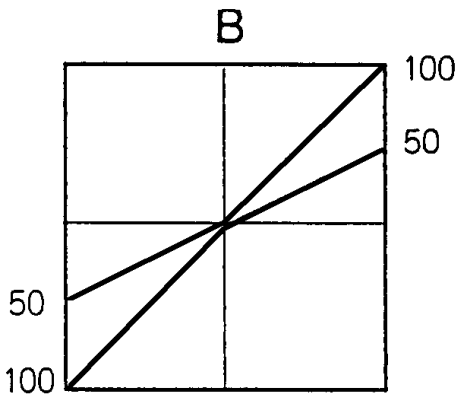
- La courbe de gaz optimisée pour le vol stationnaire donne des réactions aux commandes "molles" dans la plage du vol stationnaire.
- Les valeurs indiquées ci-dessus dépendent fortement du moteur utilisé, du carburant, du silencieux, etc… et devront être adaptées par des essais pratiques.

Lorsque toutes les liaisons de tringlerie ont été établies conformément aux paragraphes précédents, les réglages suivants pourront être effectués dans l'émetteur:

1. **Sens de la course des servos**
   Régler le sens de la course de tous les servos conformément aux indications données dans les instructions. Apporter une attention particulière pour le réglage du servo de gaz!
2. **Dual-Rate**
   Des amplitudes de course commutables pourront être réglées pour les commandes Nick, Roll et du rotor de queue.
3. **Fonction exponentielle**
   Laisser le réglage de base sur la courbe de commande linéaire.
4. **Réglage du neutre de la course des servos**
   N'effectuer aucun réglage pour le moment; de petites corrections pourront être effectuées ultérieurement.
5. **Réglage de la course des servos**
   La course maximale des servos pourra être réglée en veillant toutefois à ce que la même valeur de réglage soit établie dans les deux sens; autrement, il se produira une différence de débattement indésirable:



Même valeur de réglage:
Fonction de commande linéaire



Valeurs de réglage différentes:
Fonction de commande différenciée

Pour le servo de commande des gaz et du plateau cyclique (Fonction du Pas), il faudra veiller à ce que la course soit réglée symétriquement sur les mêmes valeurs dans les deux sens afin qu'il puisse commander la course totale du carburateur de la position entièrement fermée (Moteur coupé) jusqu'à la position plein gaz, sans qu'il soit bloqué mécaniquement. La fonction du Pas du servo du plateau cyclique doit commander une plage de réglage de l'incidence des pales de –5° à +13, de même avec des débattements symétriques; le cas échéant, le palonnier du servo sera démonté, puis remonté en le déplaçant d'une canelure sur l'axe de sortie.

Avec les réglages de base maintenant effectués, la position milieu du manche de commande Gaz/Pas (Point du vol stationnaire) donne une valeur de Pas d'environ 5,5, avec le carburateur à demi ouvert.

Note:
Les courbes de Pas et de gaz seront réglées ultérieurement en correspondance des exigences pratiques. Cependant, lorsque des débattements différenciés ont été déjà été réglés dans le réglage de base, comme indiqué sur la figure B ci-dessus, ils compliquent ces synchronisations ultérieures!

6. **Courbes de Pas et de gaz**
   Ces réglages sont d'une importance capitale pour les performances de vol d'un hélicoptère. Le but de cette synchronisation est qu'aussi bien en vol ascendant qu'en vol descendant, le régime du rotor reste constant, indépendamment de la charge. Ceci assure une base stable pour les autres synchronisations, comme par ex. la compensation du couple, etc…
7. **Compensation statique du couple**
   Pour compenser les variations du couple avec l'actionnement de la commande du Pas, le servo du rotor de queue est couplé avec la fonction du Pas par un mixeur dans l'émetteur. La proportion de mixage pour le vol ascendant et descendant pourra être réglée séparément avec la plupart des émetteurs. Valeurs conseillées pour le réglage de base: Vol ascendant: 35%, vol descendant: 15%.

8. Réglage du gyroscope

Le gyroscope amorti les pivotements indésirables de l'hélicoptère sur son axe vertical (Axe de lacet) qu'il détecte lui-même et il intervient en correspondance sur la commande du rotor de queue. Pour cela, l'électronique du gyroscope est commutée entre le servo du rotor de queue et le récepteur; la plupart des systèmes permettent en outre un réglage ou la commutation de deux valeurs de l'effet du gyroscope par une voie supplémentaire sur l'émetteur. Selon le système de gyroscope utilisé, cette voie sera commandée par un organe proportionnel (Curseur linéaire ou bouton de réglage), ou par un commutateur.

Pour les gyroscopes comprenant un boîtier de réglage avec deux potentiomètres pour deux réglages fixes, entre lesquels l'émetteur permettra de commuter, le réglage de base sera effectué en plaçant l'un des potentiomètre sur la position milieu (50%) et l'autre sur 25%.
Avec les systèmes de gyroscope permettant de passer progressivement entre les deux valeurs réglées avec un organe de commande proportionnel, l'un des réglages sera placé sur « 0 » et l'autre sur environ 80%.
Avec les systèmes de gyroscope dont l'effet ne pourra pas être influencé de l'émetteur et comprenant un unique réglage sur le boitier de l'électronique, ce réglage sera d'abord placé sur 50%.

Veiller à ce que le sens de l'effet du gyroscope soit correct; sur un pivotement dans un sens de la poutre arrière, il doit réagir par un débattement de la commande du rotor de queue dans le sens opposé. Si ce n'est pas le cas, chaque pivotement du modèle sera encore amplifié par le gyroscope ! La plupart des systèmes de gyroscope comprennent un commutateur inverseur pour régler le sens de l'effet et qui devra être placé sur la position correspondante. Certains systèmes qui ne possèdent pas ce genre de commutateur devront être montés en position inversée.
Avec tous les systèmes de gyroscope, le réglage optimal devra être effectué en vol, car différents facteurs interviennent dans cette condition.
Le but du réglage est d'obtenir la plus grande stabilisation possible par le gyroscope sans que le modèle entre en oscillations (Balancements de la poutre arrière) par un réglage trop fort de l'effet.

Conseils particuliers pour l'utilisation des systèmes de gyroscope Graupner/JR "PIEZO 450...5000" en liaison avec un ensemble R/C à micro-ordinateur (Par ex. mc-12 à mc-24)

La conception avancée de ces systèmes de gyroscope fait qu'ils sont différents de ceux précédemment décrits et qu'il doivent être installés en procédant comme suit:

1. Régler la course sur la voie du servo du rotor de queue dans l'émetteur sur +/- 100%.
2. Désactiver absolument un mixeur de gyroscope (« Gyro-Control ») éventuellement existant qui réduit l'effet du gyroscope en actionnant la commande du rotor de queue.
3. Déconnecter la tringlerie du servo du rotor de queue.
4. Actionner la commande du rotor de queue sur l'émetteur: aux environs des 2/3 de la course de commande, le servo doit rester immobilisé sur chaque sens, même lorsque le manche est déplacé plus loin (Limitation de course).
5. Connecter la tringlerie de commande sur le servo de façon à ce que les fins de course mécaniques du rotor de queue correspondent avec la limitation de course (Le servo ne devra pas être bloqué par les fins de course mécaniques).
   Effectuer ces réglages uniquement mécaniquement, par le déplacement du point de connexion et la modification de la longueur de la tringlerie, et non électroniquement avec les options de réglage dans l'émetteur ! ! !
6. Corriger maintenant le cas échéant la position du rotor de queue pour le vol stationnaire avec la position milieu du manche de commande du Pas avec le réglage du neutre dans l'émetteur.
7. L'effet du gyroscope sera réglé exclusivement par un organe de commande proportionnel sur une voie supplémentaire entre « 0 » et l'effet maximal; en cas de besoin, l'effet maximal pourra être réduit par le réglage de course sur la voie supplémentaire, ou par le réglage des organes de commande pour obtenir une fine plage de réglages pour l'effet du gyroscope.
8. Si la commande du rotor que queue doit être réglée « molle », effectuer exclusivement ce réglage par la fonction de commande exponentielle, mais ne réduire à nouveau en aucun cas la course du servo (+/- 100%)!

10. Contrôle final avant le premier vol

Lorsque l'assemblage du modèle est terminé, les vérifications suivantes devront être effectuées avant le premier vol :

- Parcourir ce manuel encore une fois pour s'assurer que tous les stades de montage ont été correctement exécutés.
- S'assurer que toutes les vis dans les connexions à rotule et dans les paliers ont été définitivement bloquées après le réglage de l'engrènement du réducteur.
- Tous les servos peuvent-ils se mouvoir librement, sans blocage mécanique? Les sens de course correspondent-ils? Les vis de fixation des palonniers de servo sont-elles bien bloquées?
- Vérifier le sens de l'effet du gyroscope.
- S'assurer que les batteries d'émission et de réception sont bien chargées. Pour contrôler la tension de l'accu de réception, l'utilisation d'un module surveilleur de tension (Par ex. Réf. N°3138) est conseillée.

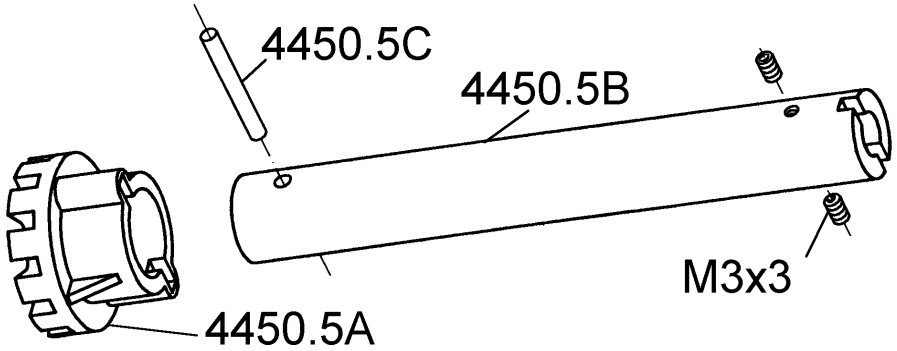
Ce n'est qu'après avoir effectué toutes ces vérifications que le moteur pourra être démarré et que le premier décollage pourra être tenté.
Noter que le comportement du moteur dépend dans une grande mesure du carburant utilisé, de la bougie, de l'altitude au-dessus du niveau de la mer et des conditions climatiques.
Se référer également aux instructions jointes au moteur pour son réglage.

Entretien

Qu'il soit grandeur réelle ou modèle réduit, un hélicoptère exige un entretien permanent. Supprimer les vibrations qui se produisent le plus rapidement possible, ou les atténuer! Les pièces en rotation, la boulonnerie importante, les tringleries et les points de connexion sont à vérifier avant chaque vol. Lorsque des réparations seront nécessaires, utiliser uniquement des pièces d'origine. Ne tenter en aucun cas de réparer des pales de rotor détériorées, mais les remplacer par des neuves.

Montage de l'adaptateur de starter

L'adaptateur de starter livré avec la mécanique est composé de trois pièces à assembler conformément à l'illustration: introduire d'abord la cheville 4450.5C au travers du perçage du prolongateur 4450.5B, puis glisser dessus l'adaptateur en plastique 4450.5A de façon à ce que la cheville s'engage dans la rainure qu'il porte.
Pour fixer l'adaptateur sur le starter électrique, démonter d'abord sur ce dernier le support de la garniture en caoutchouc. Introduire l'adaptateur sur l'arbre du starter de façon à ce que la cheville de l'arbre s'engage dans la rainure de l'adaptateur et le fixer avec les deux vis pointeau M3x3.
S'assurer que l'adaptateur tourne « rond » , sans oscillations !



Pour démarrer le moteur, tourner la tête du rotor de façon à ce que l'adaptateur puisse être introduit verticalement dans la turbine de refroidissement et observer les points suivants :

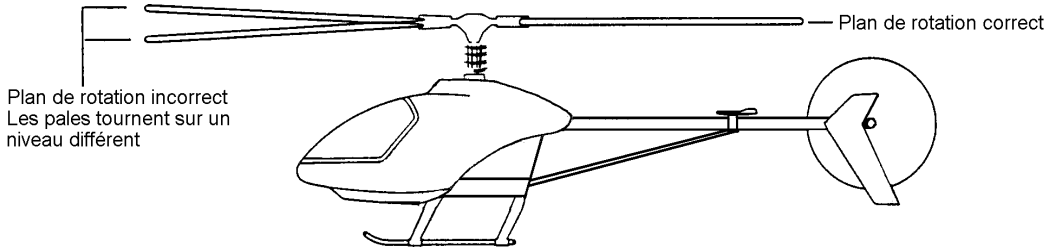
- **Mettre en contact le starter électrique qu'après s'être assuré que les dentures de la turbine de refroidissement et de l'adaptateur sont correctement engagées l'une dans l'autre.**
- **Couper le contact du starter avant de le dégager (après le démarrage du moteur).**

11. Réglages au cours du premier vol

11.1 Réglage du plan de rotation

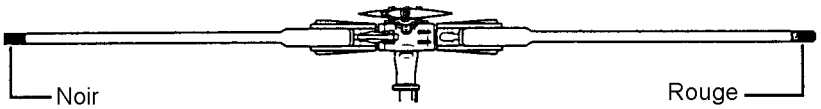
Ce réglage consiste à régler l'angle d'incidence des pales du rotor précisément sur la même valeur afin qu'elles tournent exactement sur le même niveau.

Un plan de rotation incorrectement réglé avec les pales tournant sur un niveau différent à pour effet de provoquer de forte vibrations au modèle en vol.

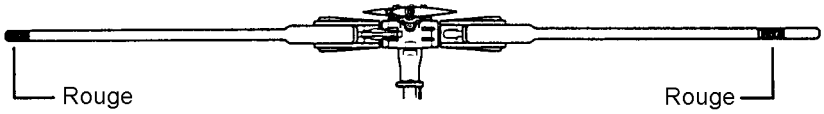


Pour le réglage du plan de rotation, se tenir à une distance de sécurité d'au moins 5 mètres du modèle!

Pour effectuer le réglage, il faut déterminer quelle pale tourne le plus haut et quelle pale tourne le plus bas. Pour cela, les pales seront repérées avec du ruban adhésif de couleur:



A



B

Il y a deux possibilités pour cela; la Fig. A montre l'utilisation de couleurs différentes sur les deux pales, la Fig. B montre l'utilisation de la même couleur, mais les bandes adhésives sont placées à une distance différente de l'extrémité de la pale.

Façon de procéder pour le réglage du plan de rotation

1. Lorsque l'hélicoptère est juste prêt à décoller, observer le plan de rotation du rotor exactement latéralement.

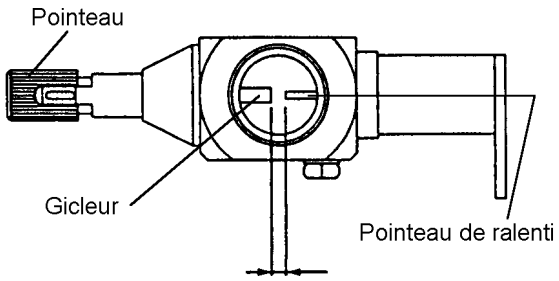
2. Lorsque les pales tournent sur le même niveau, aucun réglage n'est nécessaire, mais lorsqu'une pale tourne plus haut que l'autre, le réglage devra être corrigé.

3. Le réglage s'effectue en tournant la chape à rotule sur les deux extrémités de la tringlerie entre le plateau cyclique et le levier de mixage: dévisser les chapes pour faire tourner la pale plus haut, ou les visser pour la faire tourner plus bas.

11.2 Moteur – Conseils de réglage

Pour le réglage du moteur, se référer avant tout aux instructions fournies avec celui-ci!

La synchronisation correcte du Pas et des gaz en vol stationnaire est d'une importance capitale pour le comportement en vol et les performances du modèle. Une incidence trop forte des pales du rotor, par ex. fait que le moteur n'atteint pas le régime prévu, il peine et s'échauffe en plus fortement en perdant ainsi de la puissance. C'est pourquoi la valeur du Pas pour le vol stationnaire devra d'abord être exactement réglée, comme précédemment décrit, pour adapter ensuite le réglage du moteur.
Bien que le carburateur du moteur soit pré-réglé à la livraison, le réglage correct des pointeaux ne pourra être effectué que par des essais en vol. Avec la plupart des carburateurs à deux pointeaux utilisés, le réglage de départ s'obtient en fermant le pointeau de ralenti jusqu'à ce qu'il plonge juste dans le gicleur en face, avec le carburateur à demi ouvert (Voir l'illustration).



Exemple d'un carburateur typique à deux pointeaux

Pour le premier démarrage, ouvrir le pointeau sur 1 ½ à 2 tours, relier la bougie à la batterie de démarrage et démarrer le moteur en introduisant l'adaptateur du starter électrique dans la denture de la turbine de refroidissement et contacter le starter.

Attention! Dès que le moteur démarre, dégager immédiatement le starter électrique de la denture de la turbine, autrement le modèle pourrait être détérioré!

Lorsque le moteur tourne, augmenter lentement la commande Gaz/Pas. Si le modèle ne décolle pas par suite d'un réglage du pointeau trop « riche », refermer le pointeau par petits Pas. Utiliser le pointeau de ralenti pour le réglage du moteur en vol stationnaire qui sert aussi pour le réglage des régimes intermédiaires. Noter qu'avec le réglage qui vient d'être effectué, celui du pointeau principal sera aussi influencé. Rouvrir le pointeau de ralenti avec précaution par petits Pas, jusqu'à ce que le moteur tourne « rond » en vol stationnaire (sans ratés dûs à un mélange trop riche). Si le régime est ensuite trop faible, augmenter le réglage des gaz en stationnaire dans l'émetteur. Le pointeau du ralenti ne devra en aucun cas être réglé trop pauvre pour augmenter le régime en vol stationnaire. Le réglage définitif du pointeau pourra se faire seulement en vol sur « plein Pas », en modifiant d'abord le réglage lentement, par tâtonnements.

En cas de doute, régler toujours un peu trop « riche » et effectuer le premier vol stationnaire d'abord avec un réglage nettement riche.

12. Mesures de précaution générales

- Contracter une assurance.
- Selon possibilité, s'inscrire dans un club d'aéromodélisme, ou une école de pilotage.

12.1 Sur le terrain de vol:

- Ne survoler aucun spectateur avec le modèle.
- Ne pas faire voler le modèle à proximité d'habitations ou de véhicules.
- Ne pas survoler d'ouvriers agricoles dans les champs avec le modèle.
- Ne pas faire voler le modèle à proximité des lignes de chemin de fer, des routes à grande circulation ou des lignes électriques.

12.2 Avant et pendant le vol:

- Avant de mettre l'émetteur en contact, s'assurer que la même fréquence n'est pas déjà utilisée par un autre modéliste.
- Faire un essai de portée de l'installation R/C.
- Vérifier si les batteries d'émission et de réception sont entièrement chargées.
- Avec le moteur en marche, veiller à ce qu'un vêtement ne reste pas accroché sur le manche de commande des gaz.
- Ne pas laisser le modèle s'éloigner hors de vue.
- Veiller à ce qu'il reste une réserve suffisante de carburant; le réservoir ne devra jamais être totalement vidé en vol.

12.3 Contrôle après chaque séance de vols

- Nettoyer entièrement le modèle pour éliminer les résidus d'huile et les salissures. En profiter pour vérifier le serrage de toutes les vis; les rebloquer si nécessaire.
- Remplacer à temps les pièces usées ou détériorées.
- S'assurer que les éléments de l'installation R/C tels que l'accu de réception, le récepteur, le gyroscope, etc…sont encore solidement fixés (Les bandes élastiques vieillissent et deviennent cassantes!).
- Vérifier le fil d'antenne de réception; une rupture intérieure du fil n'est pas toujours visible extérieurement!
- Après un contact avec le sol des pales du rotor principal en rotation, une rupture n'est pas souvent directement visible extérieurement!
- Ne pas transporter le modèle en le tenant par la poutre arrière; une trop forte pression sur celle-ci peut facilement déformer la tringlerie de commande du rotor de queue!

13. Quelques principes de base sur le vol d'un hélicoptère

La désignation « Voilure tournante » signifie déjà que les surfaces portantes d'un hélicoptère tournent et qu'il peut se sustenter dans l'air sans qu'une vitesse de déplacement soit nécessaire et qu'il peut ainsi rester immobilisé sur place.

13.1 Réglage cyclique des pales du rotor

Le réglage cyclique des pales sert à orienter le vol sur les axes transversal (axe de roulis) et longitudinal (axe de tangage). Un autre réglage de pale est commandé sur chaque point de leur de rotation. L'inclinaison du plateau cyclique détermine la direction du vol.

13.2 Réglage collectif des pales (Pas)

Il sert à la commande dans le sens de l'axe vertical (axe de lacet) pour la montée et le descente de l'hélicoptère. Le réglage des deux pales du rotor est modifié simultanément sur la même valeur.

13.3 Compensation du couple

Le rotor en rotation engendre un couple qui à tendance à faire tourner l'hélicoptère dans le sens opposé. Ceci doit être exactement compensé par un réglage des pales du rotor de queue. Celui-ci commande en même temps la direction du vol sur l'axe vertical (axe de lacet).

13.4 Vol stationnaire

C'est la condition de vol dans laquelle l'hélicoptère ne se déplace dans aucune direction et reste immobilisé sur place.

13.5 Effet de sol

Cet effet se produit après le décollage du sol jusqu'à une hauteur correspondant à 1 – 1 ½ fois au diamètre du rotor de l'hélicoptère. Il est dû à ce que le souffle du rotor normalement libre rencontre ici un obstacle (Le sol) et forme ainsi un coussin d'air. En effet de sol, un hélicoptère peut soulever davantage de poids, mais au détriment de sa stabilité latérale, car il peut ainsi basculer plus ou moins fortement d'un côté ou de l'autre.

13.6 Vol ascendant

La puissance excédentaire qui n'est pas nécessaire pour le vol stationnaire pourra être utilisée pour le vol ascendant. Un vol ascendant à la verticale nécessite plus d'énergie qu'une montée en translation avant. Pour cette raison, une montée en translation avant est plus rapide avec la même puissance moteur..

13.7 Vol horizontal

Sur à peu près la moitié de sa vitesse maximum en vol horizontal, un hélicoptère nécessite la plus faible puissance de sa propulsion. Lorsqu'il a été exactement trimmé en vol stationnaire, l'hélicoptère décrit alors une courbe en translation avant. Ceci est dû à la cause suivante : sur le côté du rotor où les pales tournent vers l'avant, il se produit une plus forte portance par la plus grande vitesse d'écoulement des filets d'air que sur le côté où les pales tournent vers l'arrière et il en résulte une inclinaison latérale de l'hélicoptère.

13.8 Vol descendant

Si le régime du rotor de l'hélicoptère est relativement faible et qu'il descend ainsi à la verticale trop rapidement, les pales du rotor ne brassent plus suffisamment d'air, il se forme alors ce qui est appelé un état « tourbillonnaire » ou l'écoulement d'air décroche du profil des pales. Cet état incontrôlé peut conduire à un crash. C'est pourquoi une descente rapide n'est possible qu'en translation avant ou avec le rotor tournant à haut régime. Pour cette même raison, l'hélicoptère sera tourné par prudence d'un vol contre le vent vers un vol dans le vent.

13.9 Battement des pales du rotor

Afin que le plan de rotation du rotor ne s'incline pas trop fortement en vol en translation avant, une articulation de battement est incluse dans la tête du rotor. La pale la plus rapidement soufflée peut se soulever et la plus faiblement soufflée peut s'abaisser pour atténuer ainsi une différence de portance. Sur les modèles réduits, l'articulation est commune pour les deux pales

13.10 Autorotation

L'autorotation est une condition de vol avec le moteur coupé et dans laquelle le rotor principal est maintenu à haut régime par la mise des pales en Pas négatif durant le vol descendant. L'énergie ainsi emmagasinée permet de rétablir la portance au cours de la descente de l'hélicoptère par la remise des pales en Pas positif. Cette manœuvre est naturellement possible qu'une seule fois. Un hélicoptère réel aussi bien qu'un modèle réduit peuvent ainsi atterrir en toute sécurité en cas de panne du moteur.

Cet atterrissage en autorotation exige cependant du pilote de grandes facultés d'estimation et de réaction; il peut l'entreprendre seulement une fois le vol descendant commencé, en intervenant ni trop, ni trop tard, c'est la raison pour laquelle cette manœuvre demande beaucoup d'entraînement.